

Anat.

102



Ch. Win.

Seibler sc. 1779.

Ph. 2441. a.

Anat. 102

Medicina. Physiologia. Scripta
varia physiologiam ill. SAA.

BEYTRAG

ZU EINER

KÜNFTIGEN PHYSIOLOGIE

VON

THOMAS BUNTZEN

D. MEDIC.

KOPENHAGEN und LEIPZIG,

BEY JOHANN HEINRICH SCHUBOTHE.

1805.

PAINTED

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY

ASTOR LENOX TILDEN FOUNDATION

1000

500

1000

DEM

EDELSTEN FÜRSTEN

ALEXANDER DEM ERSTEN

KAYSER UND SELBSTHERSCHER

ALLER REUSSEN

WIDMET

DIESE BLÄTTER

MIT DER TIEFSTEN EHRFURCHT

DER

VERFASSEN.

B e w e i f s

d a f s

d i e t h i e r i s c h e W ä r m e

w e d e r a u s m e c h a n i s c h e n n o c h a u s c h e m i -

s c h e n P r i n c i p i e n h e r g e l e i t e t w e r d e n

k a n n ,

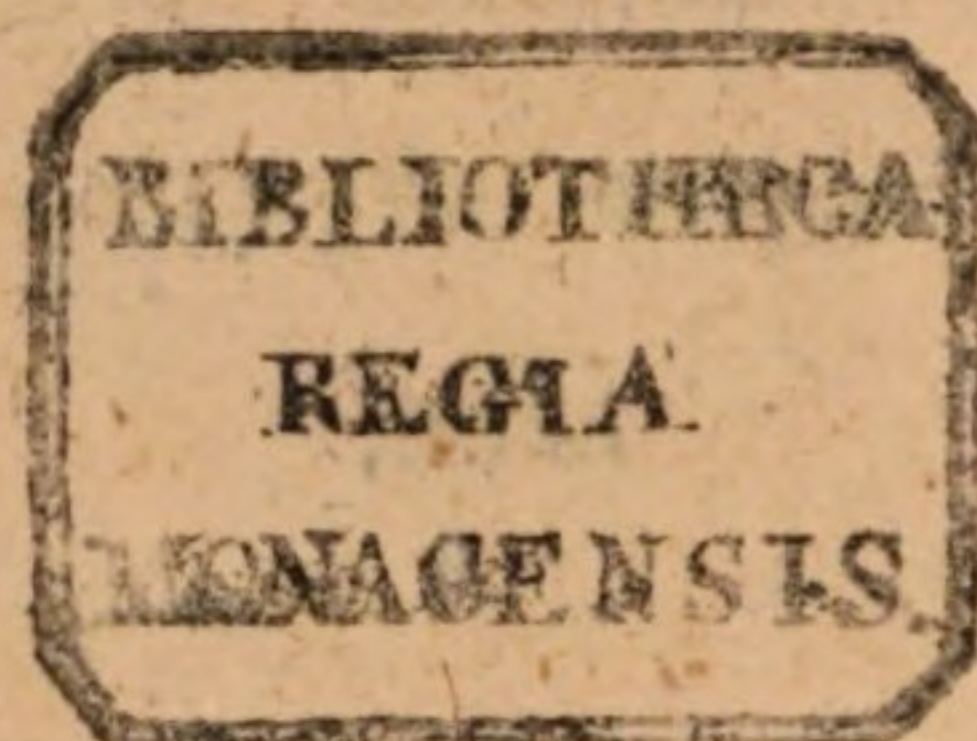
n e b s t

E i n e m V e r s u c h e z u e i n e r n e u e n

E r k l ä r u n g

n a c h

D y n a m i s c h e n G r u n d s ä t z e n ,



E i n l e i t u n g.

Eines der interessantesten, aber zugleich auch der meist bestrittenen Phänomene, das sich dem aufmerksamen Beobachter der Natur darbietet, ist und bleibt unstreitig die Wärme. Keine Erscheinung zog sich daher unter allen Zeitumständen eine gröfsere und uneingeschränktere Aufmerksamkeit zu; keine gab jemals Gelegenheit zu so vielen und verschiedenen Theorien, als eben die Wärme.

Nichts aber zeigt so sehr von der Unbekanntschaft und Unwissenheit der vorigen Zeiten in diesem Theile des menschlichen Wissens, als dafs man die Unmöglichkeit einer Definition der Wärme zugestand, und dafs man, da man einmal auf dem rationellen Wege zur Erreichung dieser Definition fortzugehen aufhörte, das Urtheil der Sinne zu Hülfe rief. Daraus konnte natürlich nichts weiter als eine blofse Beschreibung hervorgehen. „Wärme
 „liesse sich nämlich blofs aus der Erfahrung kennen, und zwar durch Hülfe
 „derjenigen Empfindung, die uns bey
 „der Annäherung an ein Feuer zu Theil
 „würde.“ — Allein man lernte bald einsehen, dafs diese Beschreibung bey

weitem nicht allgemein genug, daß sie bloß auf organische, mit Gefühl und Empfindung begabte Körper anwendbar sey, man sahe daher jene Empfindung bloß als eine Wirkung einer unbekannten Ursache an; diese aber blieb ihnen ein mathematisches x ; sie machte bey ihnen den Begriff der Wärme selbst aus.

Von den allerältesten Zeiten hat daher dieß unbekannte x sich stets nach den verschiedenen gangbaren Theorien modificiren müssen, und daher natürlicher Weise eine Menge verschiedener Namen erhalten. So hieß es z. B. bey Hippocrates: *ζεῦρον*; und in den dunkeln Zeiten der alchemistischen Alanzereyen stand es unter der Zahl ihrer

vier Elemente; es war ihnen jenes geheimnißsvolle Feuer, jenes verborgene Wesen, was die ganze Natur beseelte.

So standen die Sachen, als Stahl aufstand, und sich als Erfinder einer neuen Theorie der Welt bekannt machte. Es war natürlich, daß er auch die Phänomene der Wärme nach den Grundsätzen seines Systems zu erklären suchte. So mußte die Wärme aus der wechselseitigen Vereinigung eines Elementarfeuers, und eines zweyten Wesens hervorgehen, das er in den brennbaren Körpern annahm, und mit dem Namen: Phlogiston belegte.

Man kann in der That dieser Theorie den Ruhm einer sinnreichen Erfin-

dung nicht versagen; ja, was noch mehr ist, man muß zugestehen, daß Anhänger derselben schon den allgemeinen Dualism der Natur geahn't, und daß sie, wenn gleich nicht deutlich eingesehen, doch schon dunkel gefühlt haben müssen: die Wärme entstehe aus der Vereinigung eines Positiven, und Negativen, oder mit andern Worten: sie sey nichts weiter als ein Indifferentialproceß.

Die phlogistische Chemie fiel. Lavoisier, auf seine große und auffallende Versuche sich stützend, brachte eine neue Theorie auf die Bahn. Die Tendenz derselben war offenbar: ein materielles Substrat für beynahe jedes Phänomen zu erfinden. Da sank die

Natur, die grofse lebendige Natur zu einem gemischten, todten Chaos herab; alles theilte sich unter den Händen der Antiphlogistiker in blofse Differenzen. Wasser blieb ihnen, als Wasser, kein einfaches Wesen weiter, es mußte erst aus der Verbindung von Sauerstoff und Wasserstoff hervorgehen, und gebildet werden. Kurz: alle Phänomene erhielten ein materielles Substrat; die Ursache des Lichts, der Wärme u. s. w. behaupteten allein noch ihren Rang unter den Elementen, und solche Elemente bekamen den Namen von Grundstoffen (Principia).

Man muß es indessen mit innigem Danke gestehen, daß die Wissenschaft selbst, durch die Bearbeitung der An-

tiphlogistiker beträchtlich gewann. Ihre Bemühungen nämlich, zu den Principien der Körper heraufzusteigen, führten unmerklich zur genauern Bekanntschaft mit den Eigenschaften dieser untersuchten Körper; und so schien ein helleres, und vollkommneres Licht einer tiefern Naturkenntniß nach und nach ihrem Anbruche immer mehr und mehr sich zu nähern.

Doch blieb schon in den ersten Perioden der antiphlogistischen Chemie die Lehre von der Materialität der Wärme nicht unangefochten. Die Anhänger dieser Chemie nämlich nahmen einen Stoff (*principium*) als Ursache aller Wärmephänomene an; sie nannten diesen Stoff: *principium caloris* v. *prin-*

cipium calorificum v. thermogenium, und deducirten das Daseyn desselben auf folgende Weise: Wärme sey eine materielle Veränderung der Körper, eine materielle Veränderung müsse wieder durch etwas Materielles hervorgebracht werden, und dieses müsse das Princip der Wärme seyn.

Aber wie fehlerhaft dieser Schluss ist, liegt nach meiner Meinung deutlich genug am Tage. Denn gesetzt einmal: jede materielle Veränderung müfste durchaus einen die Materie modificirenden Stoff zur Ursache haben, warum könnten wir dann nicht, um nur ein Beyspiel unter so vielen andern hier anzuführen, mit gleichem Rechte ein principium ponderis annehmen?

Indessen beriefen sich die Anhänger jener Meinung auf ein Phänomen, das durch seine allgemein anerkannte Richtigkeit grade zu einem Gesetze für den Wärmestoff Veranlassung gab. Sie sahen nämlich, dafs die Wärme alle Körper ausdehnte, und dafs das Negative derselben: Kälte sie zusammenzog; ferner, dafs Körper, die von einem ausgedehnteren zu einem weniger ausgedehnten Zustande übergiengen, freie Wärme an die benachbarten Gegenstände ablieferten *), und dafs das Gegentheil statt fand, wenn Körper von einem weniger expandirten, zu ei-

*) S. H. Oberhoffmarschalls v. Hauch's:
 Begyndelses-Grunde til Naturläran B. I.
 p. 235.

nem mehr expandirten Zustande übergiengen.

Diese Wirkung der Wärme, und überhaupt das Daseyn und die Gegenwart derselben in irgend einem Körper, erklärten sich die Atomistiker dadurch, daß sie sich den Wärmestoff als eine äusserst feine Materie dachten, die im Stande wäre, die Zwischenräume (pori) aller Körper zu durchdringen, und diese auszufüllen. *)

Unter allen Naturforschern aber, die gegen die Meinung: daß ein materielles Princip die Phänomene der

*) Girtanner's Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. p. 18.

Wärme *) hervorbringe, ihre Stimme erhoben, zeichnet sich keiner so vortheilhaft aus, als der geschätzte und berühmte Thomson Graf von Rumford, der auf dem experimentellen Wege zu seinem Ziele zu gelangen strebte.

Die Erhitzung der Körper durch Friction war eigentlich die veranlassende Ursache seiner Versuche. Um

*) S. Memoires sur les experiences données en preuve de la chaleur latente, sur quelques defautes inconnus mais enormes du thermomètre etc. par Mons. le chevalier de Soyecourt. Paris 1788. Ferner Scherer's Beyträge zu den Grundzügen einer neuen chemischen Theorie. A. N. Scherer's allgemeines Journal der Chemie I. Band 1799.

diese merkwürdige Erscheinung zu erklären, hatte man zwey verschiedene Wege eingeschlagen *). Einige nämlich glaubten, daß die Ursache in dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft, der sich mit dem geriebenen Körper verbände, zu suchen sey; andere meyn- ten, daß einzelne Theile derselben eine weniger expandirte Form annähmen, und daß man darauf bey der Erklärung Rücksicht nehmen müsse. Angesetzt beym Zeughause zu München hatte Rumford bey dem Bohren der Kanonen vielfältige Gelegenheit, die dadurch erregte Wärme näher zu untersuchen. Zu dem Ende liefs er, um den Zugang

*) S. Voigts Magazin der Naturkunde, 1797
pag. 37.

der Luft abzuhalten, einen Metallcylinder unter Wasser bohren, und sahe nun, daß das Wasser nach Verlauf von 2 Stunden und 30 Minuten zu kochen anfieng, obgleich es nur 0,09 seines Gewichtes während des Bohrens verloren hatte. Es war also deutlich, daß weder die atmosphärische Luft, noch die geringe Quantität der ausgebohrten Spähne jenen hohen Wärme-grad konnten hervorgebracht haben. Zwar konnte das Wasser einen Theil seines Sauerstoffes an das Metall abgesetzt, und diess dadurch oxydirt haben; doch konnte diess Alles nicht geschehen, ohne daß zugleich die entgegengesetzte Form hätte frey werden müssen, und auf die Art wäre dann nicht

nur keine Wärme, sondern vielmehr Kälte frey geworden. Wenn wir also bloß unsre Schlüsse aus den Prämissen deduciren wollen, die wir auf dem Wege der experimentellen Untersuchung finden, so wird schon die Materialität des Wärmestoffs uns unbegreiflich vorkommen; und die Phänomene derselben eher ein Uebergang von einer gewissen Form der Körper zu einem andern zu seyn scheinen. Und was ist nun dieß für eine Form, wird man fragen, in welche die Körper durch Wärme gebracht werden? Etwa die flüssige? Aber was ist das Flüssige anders als das Formlose? Und dieß Flüssige, dieß Formlose, ist dieß nicht die eigentliche Indifferenz der Natur? So wird also die Wärme nichts weiter seyn

können, als der allgemeine Indifferentialproceß der Natur. Wie schön dieß Resultat aber auf die Wärmephänomene der Organisation paßt, wird hoffentlich weiter unten im Verfolge dieser Untersuchung einleuchten.

Allein da die Wärme eines Körpers z. E. der Erde, des menschlichen Körpers u. s. w. auf diese Weise abwechselnd bald erregt wird, bald wieder verlohren geht, so müssen durchaus gewisse Momente entstehen, in welchen die Tendenz zum Flüssigen abwechselnd ebenfalls stärker oder schwächer ist, und eine solche Veränderung des Zustandes kann natürlicher Weise nichts anders seyn, als Oscillation. Die Wärme also bringt in dem Körper,

wo sie erzeugt wird, beständige Oscillationen hervor, und wird auf die Art mithin eine Quelle der Bewegung. So sehen wir z. E. die grofse Oscillation der Jahreszeiten auf unserer Erde; wir sehen, dafs ein harter Winter durch Contraction den einen halben Theil unsrer Kugel deckt, während die andere Hälfte sich expandirt, und die lachenden Scenen des Sommers darbietet. Aber auch Erfahrung bestätigt diese Meinung; wir können selbst mit blofsen Augen jene Oscillation bemerken, wenn wir nur einmal eine stark erhitzte Fläche unter einem sehr schrägen Winkel betrachten wollen. Die Wärme selbst aber ist keine Oscillation; eher ist sie, wenn ich so sagen darf,

das entstandene Gleichgewicht der Oscillationen; und dieß muß sie seyn, wenn sie den Namen eines allgemeinen Indifferentialprocesses der Natur mit Recht verdienen soll. Denn was sind Oscillationen anders, als ein Streit zwischen der abstossenden und anziehenden Kraft, zwischen einem Positiven und einem Negativen? Und was ist das Ziel dieses Streites? Gleichgewicht! Und dieß Gleichgewicht? Wärme. Daher kann man die durch Friction hervorgebrachte Wärme erklären; daraus wird es uns einleuchtend, warum eine Glocke, womit man lange geläutet hat, heiß wird; daraus endlich wird der Grund des obenangeführten Rumford'schen Experiments deutlich. —

Nach meinem Urtheil scheint es ebenfalls aus dieser Meinung erklärbar zu seyn, wie es komme, daß die Einwirkung der Sonne auf unsre Erde Wärme hervorbringen kann. Durch den Streit nämlich, der zwischen den attractiven Kräften der Sonne und der Erde, die sich hier einander entgegengesetzt sind (positiv und negativ), entstehen muß, werden Oscillationen hervorgebracht, die natürlicher Weise eine Tendenz zum Gleichgewichte (Wärme) haben. Dieß Gleichgewicht wird aber augenblicklich gehoben; also muß augenblicklich Wärme erzeugt werden. Daher wird es begreiflich, warum die Sonne im Winter weniger wärmt, als im Sommer, ob sie gleich in dieser

Jahrszeit weiter von der Erde entfernt ist; sie wirkt nämlich im letztern Falle mehr nach der lothrechten Linie, folglich mit mehr Vorthail für die angewandte Kraft.

Indefs sollen diese meine Erklärungen der Wärmephänomene für nichts weiter gelten, als bloß für einige in der Kürze hingeworfene Ideen, die ich vorausschicken zu müssen glaubte, ehe ich mich dem mir festgesetzten Ziele näherte. In der Folge werde ich Gelegenheit finden, mehrere Beweise für diese meine Meinung aufzustellen, Beweise, welche die durch die Organisation selbst hervorgebrachte Wärme näher betreffen.

Betrachten wir diese Wärme, sehen wir mit dem aufmerksamen Blicke des Naturforschers auf die Quelle hin, die in einem jeden organischen Körper eine eigne Temperatur, unabhängig von der äussern, unterhält, so müssen wir gestehen, dafs dies eines der interessantesten Phänomene genannt zu werden verdient. Und in der That kein geringer Grad von Bewundrung mufs uns ergreifen, wenn wir sehen, dafs der eisumringte Grönländer dieselbe Temperatur hat, wie der Neger unter seinem brennenden Himmelsstriche.

Es mufs uns daher gleich einfallen, dafs jene Wärme vom Leben selbst abhängig, oder richtiger gesagt: dafs die

Bedingungen des Lebens auch die Bedingungen für die thierische Wärme seyn müssen; ein Satz, den ich im Verfolge dieser Abhandlung zu beweisen hoffe. Denn dafs wir in asthenischen Krankheiten, z. B. im sogenannten Faulfieber, zuweilen eine sehr hohe Temperatur bemerken, beweist nichts dagegen; vielmehr bemerken wir ja gemeiniglich nach dem Gebrauche von incitirenden Mitteln einen geschwindern Puls, Athemzug und vermehrte Wärme; und dafs überhaupt mit stärkern Aeufserungen des Lebens ebenfalls auch eine erhöhte Temperatur da zu seyn pflegt. Der beste Beweis dafür ist der Verlauf aller ächten Inflammationen.

Wollen wir indess die Verbindungen zwischen den Bedingungen der Organisation, des Lebens, und der Wärme näher untersuchen, so müssen wir zuvörderst auf die Quellen dieser letztern zurückgehen. Es sey mir daher erlaubt, hier die vornehmsten und wichtigsten Hypothesen, die man sich in dieser Rücksicht gebildet hat, kurz anzuführen, und zu betrachten.

Zur genauern Uebersicht dieser Theorien und ihrer Verfasser glaube ich eine feste Ordnung vorher bestimmen zu müssen, und in dieser Rücksicht scheint die Eintheilung jener Theorien in 3 verschiedene Classen nicht ganz zwecklos zu seyn.

Zur ersten Classe rechne ich die Naturforscher, die Alles nach mechanischen Gesetzen zu erklären suchen. Ich will sie mit dem Namen: mechanische Secte belegen, ihre Theorie aber mit dem Namen:

Theorie von dem Ursprun-
ge der thierischen Wärme,
deducirt aus mechanischen
Gesetzen.

Zur zweyten Classe rechne ich diejenigen, die Alles aus chemischen Gesetzen zu deduciren suchten, und also die thierische Wärme nach denselben Grundsätzen erklärten. Diese Secte nenne ich die chemische Secte, und ihre Theorie:

Theorie von dem Ursprun-
ge der thierischen Wär-
me, deducirt nach chemi-
schen Affinitätsgesetzen.

Zur dritten und letzten Clas-
se endlich gehört die jetzt aufblühen-
de Schule, deren Anhänger alle Phä-
nomene aus den allgemeinen Grund-
kräften der Natur herzuleiten sich be-
mühen. Diese hervorkeimende Theo-
rie führt mit Recht den Namen:

Thorie von dem Ursprunge
der thierischen Wärme,
deducirt aus den allgemei-
nen Grundkräften der Na-
tur.

Diese 3 Theorien, und die Beurtheilung derselben, werden die 3 Hauptabtheilungen dieser Abhandlung ausmachen.

Man wird sehen, daß diese Eintheilung im Ganzen genommen genau mit der Tendenz der verschiedenen Physiker in den verschiedenen Perioden der neueren Zeiten übereinstimmt. Während noch le Sage's Philosophie bey den Erklärungen aller Phänomene zum Grunde lag, ward alles aus mechanischen Gesetzen hergeleitet, Gesetze die zum Theil auf willkührlich angenommenen Postulaten beruhten. Lavoisier und seine Anhänger beschränkten sich bloß auf die chemi-

schen Gesetze, die doch offenbar zum Theil auf le Sage's Ideen gegründet waren. Und nun legt man in unsern Zeiten die primitiven Kräfte der Natur bey allen Erklärungen zum Grunde.

Erste Abtheilung.

Theorie von dem Ursprunge der thierischen Wärme, deducirt aus mechanischen Gesetzen.

Die Theorien in allen Zweigen der Naturwissenschaften scheinen zu allen Zeiten gleichen Schritt mit einander gehalten zu haben, so daß ein Princip bey ihnen allen zum Grunde lag. Diess scheint deutlich zu beweisen, daß die Erfinder jener Theorien dunkel eine Hauptnorm geahnt haben, unter welcher die Natur sich in allen Gestalten zeigen müsse.

Diese Hauptnorm war auffallend im System der Atomistiker, weniger deutlich bey den Anhängern der chemischen Secte, am deutlichsten aber ist sie in den Theorien der heutigen Dynamiker kenntlich. Natürlicherweise mußte auch die Quelle der thierischen Wärme sich nach dieser so oft modificirten Norm modificiren. Wir wollen sehen, wie es der mechanischen Secte glückte, diese Quelle zu entdecken.

Der Schluß, woraus sie die Bestimmung jener Quelle deducirten, stützte sich bey ihnen auf folgende Bemerkungen:

1) Wenn zwey Körper an einander gerieben werden, so entsteht Wärme.

2) Das Blut reibt sich an den Wänden der Gefäße; Also muß durch die Circulation des Bluts Wärme hervorgebracht werden.

Die zweyte Prämisse suchten sie mit verschiedenen Beobachtungen zu bestätigen. So bemerkt man, sagten sie, daß der thierische Körper, wenn er sich bewegt, oder von heftigen Leidenschaften angegriffen wird, stets eine vermehrte Circulation zeigt; wo aber

vermehrte Circulation ist, da ist zu gleicher Zeit vermehrte Wärme; ferner ist ein plethorischer Mensch weit mehr geneigt, eine höhere Temperatur anzunehmen, da hingegen derjenige, dem es an Blute, wenigstens an raschem Umtriebe des Blutes gebricht, stets eine niedrigere Temperatur hat. *)

*) Vor dieser Zeit hatte man auf verschiedene Weise die Entstehung und den Ursprung der thierischen Wärme zu entdecken gesucht. So glaubte Sylvius, daß das Blut der untern Hohlvene durch seine Galle Alcalität, hingegen das Blut in der obern Hohlvene mehr Acidität hätte. Wenn diese beyden Blutcolumnen nun zur vordersten Herzkammer gelangten, so müßten sie hier vermöge ihrer verschiedenen Eigenschaften eine Effervescenz anfangen, die sich durch den kleinen Cirkel des Blutumschlags in der hintern Herzkammer endigte, und mittelst der dadurch entwickelten Wärme die ewige Quelle des Lebens würde.

Andere nahmen ein beständiges Feuer im Herzen an, das durch die Bewegung des Herzens unterhalten würde. Man findet diese Theorie unter andern auch angeführt in einem Briefe unsers Landsmanns Thomas Bartholin an Jacob Holst dat. 1667; und ausführlicher noch bey diesem Jacob Holst in seiner Dissertation: *de Flammula cordis*. —

Diese Theorie ward zur Zeit ihrer Entstehung von beynahe allen Physiologen und Aerzten gleichzeitig und einstimmig angenommen, und nur wenige zweifelten an ihrer Richtigkeit. Boerhaave, van Swieten, unser Bang, und mehrere benutzten sie, um die Temperatur des menschlichen Körpers sowohl im gesunden, als im kranken Zustande zu erklären; und die Wirkungsart der angewandten Arzneymittel deutlich zu machen. So z. E. bewirkten Aderlässe dadurch eine verminderte Temperatur, daß sie die Blutmasse, mithin die Friction des Blutes gegen die Wände der Gefäße verminderten. So wurden Incitantia durch die vermehrte Circulation, und daraus folgende stärkere Friction des Blutes gegen die Gefäßwände, zugleich auch Calefacientia.

Es sey mir erlaubt des scharfsinnigen Boerhaave's eigene Worte hier anzuführen, weil Alles darin angeführt ist, was zum Vortheile jener Theorie gesagt werden kann. Nachdem er nemlich im Allgemeinen von der

durch Friction hervorgebrachten Wärme gesprochen hat, fährt er fort: *)

„An fluida ergo tritu calorem non generant? si elastica, omnino; si non elastica, difficulter. Unde aqua difficulter tritu calet. Attamen si fluida non elastica urgentur impetu summo per angustissimos canales, calor ab attritu in iis suscipitur; quia elementa ultima in his elastica utcunque videntur esse. Si vero fistulae elasticae sint, per quas agitur liquor, tum tanto ardentior poterit calor gigni. Hinc sanguis noster elasticus per arterias elasticas violenter actus calet in motus sanitatis. At vero, quo indoles sanguinis plus vergit in ingenium aquae, neutiquam elasticae, eo minus caloris intra corpus producitur; aut etiam, quo arteriis maxime elater deficit etc.“ —

Aber obgleich diese sinnreiche Erklärung gesucht hat, die durch Friction erregte Wärme deutlich zu machen, so läßt sich doch

*) S. Boerhaave's Elementa chemiae 1732. p. 196.

sehr viel dagegen einwenden. Denn was ist Friction? Nach meiner Meinung ist sie die Wirkung, die hervorgebracht wird, wenn zwey harte Körperflächen mit Druck in entgegengesetzter Richtung über einander geführt werden. Wenn man aber nun untersucht, was in jenen Körpern vorgeht, so ist es wahrscheinlich, daß entgegengesetzte Bewegungen in ihnen entstehen werden; diese werden aber suchen einander gegenseitig zu heben, und man kann sie daher als Oscillationen ansehen. Da nun aber nach meiner Meinung durch das Gleichgewicht zwischen zwey entgegengesetzten Kräften Wärme entsteht, so wird natürlicherweise durch Friction Wärme hervorgebracht werden. Ferner sehen wir, daß durch Friction zwischen homogenen Körpern geschwinder Wärme entsteht, als zwischen heterogenen, da bey den letztern weit eher Electricität sich zu zeigen pflegt *). Zeigt aber ein Körper electrische

*) Daß die Wärme in geriebenen Körpern durch die Verbindung zwischen den hier erregten Electricitäten, nemlich der + E. des einen und der

Polarität (in diesem Falle kann man die geriebenen Körper als *e i n e n* betrachten, wovon jener $+$, dieser $-$ electrisch ist), so wird keine Wärme sich zeigen; aber wird die electrische Polarität durch fortgesetzte Friction erhöht, so sättigen sich die gegenseitigen Electricitäten, und so entsteht Wärme. Ebenfalls wenn die Wärme anfängt zuzunehmen, kann E. sich nicht so leicht anhäufen; denn wenn der Indifferentialproceß einmal seinen Anfang genommen hat, so geht er weit geschwinder fort, als im Anfange. So werden alle Körper leitend, wenn sie ge-

$\div$ E. des andern hervorgebracht wird, scheint mir immer wahrscheinlicher. Man bedenke nur einmal, wenn Metalle, besonders homogene M. an einander gerieben werden, wie geschwind, und wie leicht Wärme entsteht. Und warum? weil ihre leitende Eigenschaft, und der geringe Grad von Spannung, der zwischen ihnen herrscht, macht, daß ihre erregte E. sich augenblicklich mit einander verbinden, wieder hervorgebracht werden u. s. w. Wird dagegen Glas mit Metallen gerieben, so wird die Temperatur nicht leicht erhöht, aber dagegen werden bedeutliche entgegengesetzte E. zu Wege gebracht.

wärmt werden, weil die verschiedenen Zonen von $+$ und $-$ geschwinder zum Gleichgewichte übergehen. Doch will ich damit keinesweges sagen, daß keine E. zwischen homogenen Körpern erzeugt wird; im Gegentheil glaube ich, daß es wirklich geschieht; nur ist die E. weniger bemerkbar, und diess kommt daher, weil die Spannung geringer ist, und die entgegengesetzten E. sich eher aufheben mit zugleich erfolgenden Wärme-Phänomenen.

Zwischen flüssigen Körpern kann aber eigentlich keine Wärme statt finden, obgleich die Physiker der vorigen Zeiten diese Meinung zu beweisen suchten, und alle durch chemische Processe hervorgebrachte Wärme-Phänomene gleichsam aus dieser Quelle herzuleiten suchten, z. B. die Wärme, die bey der Vermischung von Wasser und Vitriolöl zu entstehen pflegt. Bey flüssigen Körpern läßt sich nemlich keine Oberfläche denken, die im Stande wäre Friction zu leiden; wohl kann in einem flüssigen Körper Oscillation entstehen, aber sie kann niemals und auf

keine Weise durch die mechanische Einwirkung eines andern Körpers hervorgebracht werden, um so weniger, wenn dieser einwirkende Körper selbst einen flüssigen Zustand hat. Ebenfalls kann ich mir keine Friction zwischen einem harten, und zwischen einem flüssigen Körper als möglich denken, und die Erfahrung beweist nichts für diesen Satz. Auch sagt ja Boerhaave selbst, daß Wasser, durch Röhren getrieben, nicht wärmer wird, und schreibt es bloß der Elasticität des Bluts zu, wenn er ihm jene Veränderung beylegt. Wo aber sind diese Beweise, die nur auf die entfernteste Art für die Elasticität des Bluts zeugen? Blut, so wie man es in den Gefäßen des menschlichen Körpers findet, hat gewiß keine größere Elasticität, als jede andre Flüssigkeit. Ja wenn wir nur einmal zur Erklärung, die jene Naturforscher von der thierischen Wärme gaben, zurückgehen wollen, so sind wir im Stande sie mit ihren eigenen Worten zu widerlegen. Sie gaben nemlich, als Ursache zur Friction, Unebenheiten an, die sich auf den Oberflächen der geriebenen

Körper finden sollten; diese aus Erhöhungen und Vertiefungen bestehenden Inegalitäten griffen nun in einander, und brächten so das bey der Friction bemerkbare Hinderniß hervor, oder mit andern Worten: sie gerade wären die Ursache, warum man bey der Friction größere Kraft anwenden müsse, um die Flächen der Körper über einander zu bewegen. Betrachten wir nun aber die sogenannte Friction, die zwischen einem festen und flüssigen Körper statt finden soll, so entsteht natürlicherweise die Frage: wo sind bey dem letztern jene Erhöhungen und Vertiefungen, die von den Erhöhungen und Vertiefungen des erstern aufgenommen werden? —

Und die Erfahrung selbst streitet wider diese Theorie. Wasser nemlich, das man durch Röhren von verschiedener Materie trieb, erhielt durchaus keine höhere Temperatur; ja in einigen von mir selbst angestellten Versuchen schien eher eine Verminderung der Temperatur bewirkt zu werden.

Ferner treffen wir in der Physiologie überall auf Facta, die jener Meinung schnurgrade

widersprechen. So sehen wir oft eine erhöhte Temperatur ohne vermehrte Circulation; und beym Kinde, wo doch der höchste Grad der Temperatur sich zeigt, sind die Bedingungen jener durch Friction hervorgebrachten Wärme (nach den Grundsätzen dieser Schule) bey weitem nicht so günstig, als bey dem Erwachsenen; da die Gefäße des kindlichen Körpers weit mehr nachgeben, und keinesweges den Grad von Widerstand darbieten, den man bey Erwachsenen findet. —

Aber wir wollen einen Augenblick zu Boerhaave zurückgehen. Es leuchtet von selbst ein, dafs nach seiner Theorie die Wärme des Körpers am meisten da angehäuft werden müßte, wo die meisten Gefäße laufen, und wo also die Circulation am stärksten ist. Da diess nun aber in den Lungen der Fall ist, so müßte nach seiner Meinung durchaus ein für die ganze Organisation höchst gefährlicher Wärmegrad entstehen. Um diesem Uebel vorzubeugen hat nun die Natur unsern Körper wohlweislich so eingerichtet, dafs die kühlere Luft da eindringt, wo der stärkste

Blutumlauf ist, und wo mithin die Temperatur am meisten erhöht seyn muß; ja ohne Abkühlung würde das Leben jeden Augenblick der größten Gefahr ausgesetzt seyn, man würde jeden Augenblick besorgen müssen, daß die Lungen sich ungebührlich ausdehnten, in Entzündung, und endlich in Brand übergiengen. —

De Haen *), der außerdem noch Manches gegen diese Theorie eingewandt hat, führt unter andern auch an, daß, wenn jene Abkühlung durchaus nothwendig wäre, kein Mensch in den heißen Himmelstrichen, wo die Hitze der Temperatur des menschlichen Körpers nicht allein gleichkommt, sondern wo sie diese oft noch um 15° Reaumur übertrifft, zu leben im Stande seyn würde.

Ueberzeugt durch obige Gründe haben daher die Physiologen der neuern Zeiten jene Theorie, die die Quelle der thierischen Wärme aus der Friction des Bluts gegen seine Gefäße herzuleiten suchte, gänzlich aufge-

*) S. de Haen's: Ratio medendi Tom. II. Cap. 10. de calore corporis humani.

geben; dagegen trat man auf die Seite einer andern Theorie, der ich theils wegen des darin herrschenden Geistes, theils der Principien wegen, worauf sie hinausgieng, den Namen der chemischen Theorie beylegen zu müssen glaube. Die Betrachtung und Kritik dieser Theorie führt uns daher auf unsre:

Zweyte Abtheilung.

Chemische Theorie.

Man kann mit Recht annehmen, daß die mechanische Theorie ihren ersten Stoß durch Priestley *) erhielt, der durch seine Entdeckung der Bestandtheile unsrer atmosphärischen Luft, und durch die Bekanntmachung jener großen Erfahrung, daß nemlich die atmosphärische Luft eben eine solche Veränderung erlitte, wie bey Verbrennungen und ähnlichen Phänomenen der Fall zu seyn pflegt,

*) S. Priestley's experiments relating to various branches of natural philosophy. Vol. III.

dem forschenden Auge des Naturkenners eine weite Aussicht eröffnete.

Diese Versuche sind zu interessant, berühren zu nahe den Gegenstand unsrer jetzigen Untersuchung, als daß wir sie mit Stillschweigen hier übergehen könnten.

Die Grundversuche, wovon jener fleißige Naturforscher ausgieng, waren folgende: — Wenn Wasser vermittelt des Kochens von seinem Luftantheil befreyt wird, und man es daraufgebraucht, um eine in einer Glocke eingeschlossene Quantität Luft zu sperren, so wird sich die Luft in ihrem Volumen vermindern; ein Theil davon vom Wasser eingesaugt *), der übriggebliebene Rückstand

*) Sollte nicht das Wasser bey diesem Versuche einen Grad von Oxydation erleiden? und sollte nicht der Grund, warum das gekochte Wasser so insipid, das rohe dagegen, im Verhältniß mit jenem, von einem gewissermaßen stimulirenden Geschmacke ist, darin liegen, weil das gekochte das, wenn ich so sagen darf, absolute d. h. ein solches Wasser ist, worin Sauerstoff und Wasserstoff so innig gegenseitig mit einander verbunden sind, daß keiner von diesen entgegengesetzten Polen besonders hervorstechen kann?

aber zur Unterhaltung der Respiration untauglich befunden werden.

Ferner wenn dephlogistisirte, und phlogistische Luft in einer gewissen Quantität mit einander vermischt wurden, so daß jene ungefähr ein Drittheil der ganzen Mischung ausmachte, so war diese ganze Luftmasse in seinen Eigenschaften gleich der atmosphärischen Luft. (?)

Wird ein Licht in einer Quantität atmosphärischer Luft verbrannt, so wird das Volumen der Luft vermindert werden, und der Rückstand nicht im Stande seyn die Flamme zu unterhalten.

Wird ein Thier in einer Quantität gemeiner Luft eingesperrt, so wird es nach Verlauf

Oder hat vielmehr der Wasserstoff im destilirten, oder gekochten, Sauerstoff hingegen im kalten, die Organe des Geschmack's reizenden Wasser die Oberhand? Soviel ist gewiß, daß Wasser in den beiden sich einander entgegengesetzten Zuständen, die es anzunehmen im Stande ist, augenscheinlich entgegengesetzte Eigenschaften zeigt, als Eis nemlich Cohärenz und Acidität, als Dunst dagegen die größte Expansion und Alcalität.

von kurzer Zeit auf mancherley Weise sein Wohlbefinden zu erkennen geben, nachher aber Convulsionen erhalten und sterben. Die zurückgebliebene Luft wird sich eben so in Hinsicht seiner Eigenschaften, wie in den vorhergenannten Versuchen verhalten. —

Dr. Priestley zeigte ferner, dafs zwey Portionen Blut, wovon die eine der Einwirkung der dephlogistischen, die andere im Gegentheil der brennbaren Luft ausgesetzt würden, ganz entgegengesetzte Veränderungen erlitten. Kam nemlich die eine Portion, die aus venösem Blute bestand, in Berührung mit dephlogistischer Luft, so erhielt sie Farbe und Eigenschaften von arteriösem Blute; brachte man dagegen arteriöses Blut in Berührung mit brennbarer Luft, so erhielt dasselbe ganz die Farbe und Eigenschaft des arteriösen. Uebrigens war es bey allen diesen Versuchen gleichgültig, ob jene Luftarten unmittelbar das Blut berührten, oder ob man eine dünne Blase dazwischen angebracht hatte.

Dafs ferner dephlogistische Luft durch die Berührung des venösen Blutes verdorben,

phlogistische dagegen durch die Einwirkung von arteriösem Blute verbessert würde, ist ebenfalls eine von Priestley's großen Entdeckungen.

Da nun eine ähnliche Veränderung in den Lungen der Thiere statt findet, da dasjenige Blut ferner, was vom Herzen kommt, eine schwarze, das im Gegentheil, was von den Lungen kommt, eine hellrothe Farbe hat; da ebenfalls die eingeathmete Luft verändert wird, seine dephlogisticirende Eigenschaft verliert, und phlogistisch wird, so schloß Priestley daraus daß bey der Respiration ein der Verbrennung analoger Proceß statt fände, und daß der menschliche Körper auf diese Weise sein überflüssiges Phlogiston verlöhre.

Gestützt auf diese Versuche erbaute Crawford eine neue Wärmetheorie *), die durch ihre Feinheit, und durch den ungeheuern Aufwand von Mühe, den jene mannichfaltigen Experimente nothwendig gekostet haben

*) S. Experiments and observations on animal heat; and the inflammation of animal bodies. Lond. 1779.

mußten, die Aufmerksamkeit und Bewunderung der ganzen naturforschenden Welt auf sich zog.

Crawford nahm zuvörderst ein durch das ganze Universum verbreitetes Elementarfeuer an, das sich als solches durch den höchsten Grad von Feinheit, Fluidität, und Elasticität auszeichnen mußte. Daher mußte es alle Körper durchdringen, und ihnen alle oben genannte Eigenschaften mittheilen. Als etwas Materielles mußte es verschiedene Verwandtschaften zu allen Körpern haben, und sie in Hinsicht der Quantität auf ungleiche Weise durchdringen. —

Nach Crawford kann Wärme auf zweyerlei Art in Körpern zugegen seyn; nemlich entweder als freye, oder als gebundene Wärme. Im ersten Falle wirkt sie aufs Thermometer und aufs Gefühl, indem sie sucht nach allen Seiten hin mit der in den naheliegenden Körpern befindlichen Wärme sich in Gleichgewicht zu setzen. Im letztern Zustande scheint sie einen Bestandtheil des Körpers selbst auszumachen, und giebt sich als

solche eben so wenig durch das Gefühl als durchs Thermometer zu erkennen.

Ebenfalls unterscheidet Crawford zwischen absoluter und relativer Wärme. Absolute Wärme ist ihm die Ursache aller Wärmephänomene ohne weitere Rücksicht auf die Wirkungen. Relative Wärme dagegen heißt bei ihm die Ursache jener Phänomene mit Rücksicht auf die Wirkungen derselben. Endlich erklärt Crawford noch den Ausdruck: comparative Wärme; diels ist nemlich die Menge von absoluter Wärme, welche bey gleicher Temperatur in zwey Körpern zugegen ist.

Alle seine Versuche nun giengen darauf hinaus, die absolute Wärme in einem jeden Körper zu finden, und die Art und Weise, wie er zu diesem Zwecke zu gelangen strebte, war folgende. Er vermischte die zu untersuchenden Körper mit einander, um zu sehen ob die erhaltene Wärme mehr oder weniger als das arithmetische Medium betragen sollte. Die Fähigkeit auf diese Weise eine gewisse

Quantität Wärme anzunehmen, nannte er Capacität.

So untersuchte er die Capacität einer grossen Menge Körper, und glaubte dadurch gefunden zu haben, daß der dephlogisticirte Theil der atmosphärischen Luft den höchsten Grad derselben besitze. Auch scheint es aus seinen Versuchen nicht ganz undeutlich hervorzugehen, daß er zu beweisen gesucht habe, alle Körper, die Phlogiston enthalten, besäßen die größte Capacität.

Nachdem er diesen Satz hinlänglich bewiesen zu haben glaubte, führte er als Prämissen seines Endresultats, folgende That- sachen auf. Wird ein Thier in eine mit atmosphärischer Luft gefüllte, und mit Wasser gesperrte Glocke eingesperrt, so wird es nach Verlauf einer gewissen der Thierart und der gebrauchten Luftgattung nach verhältniß- mässigen Zeit Convulsionen erhalten, und sterben. Der Inhalt der Glocke wird um $\frac{1}{5}$ vermindert werden. Der Rückstand wird etwas wenig dephlogisticirte Luft enthalten, die aber wegen der grossen Menge phlogisti-

scher Luft, womit sie vermischt ist, untüchtig seyn wird das Athmen des Thiers länger zu unterhalten.

Wird der Versuch über Kalkwasser vorgenommen, so wird letzteres durch einen Bodensatz getrübt werden, der sich wie roher Kalk verhält.

Nimmt man Quecksilber statt Wasser zur Sperrung der Glocke, so wird zwar die Luftquantität nicht vermindert; wenn man aber nach Beendigung des Versuches kaustisches Laugensalz in die zurückgebliebene Luft bringt, so entsteht jene oben genannte Verminderung, und man erhält statt des kaustischen, mildes Alkali.

Bringt man ein Thier in dephlogisticirte Luft unter einer mit Quecksilber gesperrten Glocke, so wird die Verminderung ungleich bedeutender seyn; wird aber das Thier herausgenommen, und die hier befindliche Luft vermittelst kaustischen Laugensalzes gereinigt, so ist man im Stande durch wiederholtes Einbringen des Thiers in jene Luft, diese endlich ganz und gar zu verbrauchen.

Nach diesen Versuchen glaubte Crawford schliessen zu müssen, daß die reine Luft eine Verbindung mit dem Phlogiston eingieng, und auf die Weise fixe Luft bilde; allein nach ihm ist das Charakteristische sowohl bey der brennbar-phlogistischen als bey der fixen Luft Phlogiston. So erklärte er daher nicht allein die Producte der Respiration, sondern auch jene Veränderungen, die mit dem den obengemeldeten Luftarten ausgesetzten Blute vorgiengen, da sie alle das Blut phlogisticirten.

Wenn aber nun durch jenen phlogistischen Proceß in den Lungen die reine Luft in fixe verwandelt wurde, so kam es darauf an die Wärmecapacität jener Luftarten zu finden, und darnach zu bestimmen, ob durch jenen Proceß freie Wärme in den Lungen hervorgebracht würde, oder nicht. Oben habe ich schon angeführt, daß Crawford die Capacität der dephlogistischen Luft als die größte annahm; es sey uns daher hier genug, jene weitläuftigen Versuche, worauf seine Angabe sich gründete, und die mich zu weit von

meinem Wege abführen würden, hier zu übergehen, und dagegen bloß anzumerken, daß er das Verhältniß der dephlogistischen Luft zur fixen in Hinsicht ihrer Capacität wie 93:1 ansetzte. Bey dem Uebergange der dephlogistischen in fixe Luft, mußte also nothwendig freie Wärme entstehen; da nun ein solcher Uebergang, eine solche Verwandlung in den Lungen der warmblütigen Thiere statt findet, so muß hier folglich Wärme abgesetzt werden. In dieser Meinung ward er durch folgende Beobachtungen bestätigt:

1) Die Thiere, die mit Lungen begabt sind, und stets frische Luft in großer Quantität einathmen, haben das Vermögen in ihren Lungen eine Temperatur hervorzubringen, die oft das Medium, worin sie leben, bey weitem übertrifft; da hingegen alle diejenigen gleiche Temperatur mit dem Medium, worin sie sich aufhalten, genießen, die jener Respirationsorgane beraubt sind.

2) Unter den warmblütigen Thieren sind diejenigen die wärmsten, deren Respirationsorgane den größten Umfang haben, womit

also eine sehr grofse Menge Luft auf einmal eingeathmet wird. So haben Vögel zugleich mit den grölsten Respirationsorganen auch die grölste Wärme.

3) Der Grad der Wärme eines und desselben Thiers steht im genauesten Verhältnisse mit der eingeathmeten Luftmasse; daher wird die Wärme durch jede körperliche Bewegung vermehrt.

Um aber seine Theorie noch wahrscheinlicher zu machen, und um den Einwurf: dafs ein einziger Punct für die Hervorbringung der Wärme nicht hinreichen könne, um eine so überall gleiche Temperatur im ganzen Körper zu bewirken, völlig zu entkräften, untersuchte er die Capacität des arteriösen und venösen Blutes, und fand, dafs in dieser Hinsicht ersteres sich zu letzterem wie 11, 5 : 10 verhalte; mithin mußte das arteriöse Blut, wenn es mittelst seines Umlaufs durch die grofse Cirkulation phlogistirt worden war, Wärme absetzen, und so ward das Blut, nachdem es durch die Lun-

gen gekommen war, eine Quelle der thierischen Wärme.

Zu derselben Zeit, da Crawford durch seine merkwürdigen Versuche so viel Aufsehn erregte, wurden ähnliche von dem berühmten Lavoisier angestellt, deren Hinsicht zum Theil war, die Richtigkeit jener Crawford'schen Resultate zu beweisen. Es war das Jahr 1777, wo er auf die Entdeckung kam *), daß die fixe Luft durch die Verbindung zwischen Kohlenstoff (*principium carbonicum*) und Sauerstoff (*principium oxygenium*) entstehe, daß eine solche Verbindung das Product einer Verbindung kohlenstoffhaltiger Körper sey, und daß ferner ein ähnlicher Proceß in den thierischen Lungen vor sich gehe. Er war also der erste, der bey seinen Erklärungen jenes allmächtige Phlogiston bey Seite setzte.

Zu den Vorzügen, die Lavoisier's Versuche unstreitig vor den Crawford's

*) S. Lavoisier's: *Traité élémentaire de chimie*. — Lavoisier's System der antiphlogistischen Chemie, übersetzt von Hermbstadt.

schen voraus haben, gehört unter andern auch dieß, daß er die Quantität der bey der Respiration verbrauchten Luft, die Qualität der ein- und ausgeathmeten Luft, ferner das minimum des zum Athmen höchst nothwendigen Sauerstoffs, und endlich diejenigen Luftarten, die hauptsächlich die Luft zur Respiration untauglich machten, näher und richtiger zu bestimmen suchte. Ein Theil dieser Versuche findet man gesammelt in: *Mémoires de l'académie royal des sciences* Ao. 1789, wo sie von Lavoisier und Seguin, die zugleich mit einander arbeiteten, vollständig beschrieben sind. —

Die Resultate dieser Versuche nun sind zum Theil analog mit den oben angeführten Crawfordischen, nemlich: daß Sauerstoff der einzige respirable Theil der atmosphärischen Luft sey, daß die Prozesse der Verbrennung und des Athmens sich einander ähneln, und daß die durch letztere bewirkte fixe Luft durch eine Verbindung zwischen Kohlenstoff und Sauerstoff entstehe.

Nach Lavoisier und Seguin scheint die Schädlichkeit der Luft nicht sowohl im Mangel an Sauerstoff, als vielmehr in dem kohlensauren Gas der erstern zu liegen. Sie sahen nemlich, daß Thiere in einer Mischung von 15 Theilen azotischen Gases, und einem Theile Sauerstoffgasse sehr gut leben konnten, dahingegen eine Luftmischung von 0,40 Sauerstoffg., 0,45 azotischen G. und 0,15 kohlensauren G. geschwind ihrem Leben ein Ende machte. Eben diese beiden Naturforscher suchten gleichfalls die Menge des in der eingeathmeten Luft enthaltenen Sauerstoffs zu bestimmen; die sie in Zeit von einem Tage zu 24 Kubikfuß, einem Gewichte von 33 Unzen und 1 Drachme ansetzten. In eben diesem Zeitraume wurden zugleich 37 Unzen 4 Drachmen kohlensaures Gas und 10 Unzen 6 Drachmen Wasser ausgeathmet.

Um zu erfahren, ob nicht in einem Thiere, das in reinem Sauerstoffe eingesperrt wäre, eine grössere Wärme hervorgebracht würde, schlossen sie ein ostindisches Schwein (*Cavia porcellus* Linn) in Sauerstoffgas ein. Hier

blieb es einige Tage, sie sahen auch nicht die allergeringste Veränderung; vielmehr lebte es wie im natürlichen Zustande und grade eben so, wie ein andres Subject, das man in $\frac{15}{16}$ azotisch. G. und $\frac{1}{16}$ Sauerstoffgas eingesperrt hatte.

Unter den Neuern, die auf diesen von Crawford und Lavoisier erfundenen Theorien neue Hypothesen erbauten, die sich theils durch die kühnen daraus gezogenen Resultate, theils endlich durch die Versuche auszeichneten, womit man jene Hypothesen unterstützen und befestigen zu können glaubte, verdient keiner mehr hier genannt zu werden, als Girtanner.

Ich will daher kürzlich das Wichtigste aus seiner Theorie anführen, um theils auf die Abweichungen von den obengenannten Meinungen aufmerksam zu machen, und um nachher desto besser die hieraus entlehnten Resultate benutzen zu können, wenn ich mich an die Beurtheilung dieser beynahe zu einem gemeinsamen Ziele hinstrebenden Theorien wage.

Als einen Grund für seine Meinung: daß die Quelle der thierischen Wärme in den Lungen zu suchen sey, führt er zuerst die oben erwähnten Crawford'schen Sätze an, daß nemlich Thiere mit den vollkommensten Lungen, und der stärksten Cirkulation die größte Wärme hätten, wozu er noch die Bemerkung hinzufügt, daß, je vollkommener diese Organe wären, desto tiefer jene verborgen lägen; daß die Lungen und das Herz stets im Verhältniß zu einander ständen, und daß junge Thiere, die wärmeres Blut hätten, stets ein größeres Herz besäßen, als ältere Thiere; und daß endlich die Quantität des in den Adern eines Thiers enthaltenen Blutes um so größer wäre, je vollkommener und freyer der Athemzug desselben sey.

Nach diesen rhapsodischen Sätzen beschreibt er das Mechanische und Chemische im Respirationsproceß auf folgende Weise: Die Lungen, die Organe des Athmens, bestehen aus einem sehr dünnen Zellgewebe, von kaum 0,001 Zoll im Durchmesser (nach Hales's Berechnung). Dieses Zellgewebe bil-

det eine unzählige Menge Zellen, die alle mit Luft angefüllt sind; hier ergießen die feinsten Schlagaderenden das von der rechten Herzkammer kommende Blut; welches daher in den Zellen von der Luft berührt, und nach jener Berührung aufs neue von den feinsten Blutaderendungen eingesaugt wird, um darauf zur linken Herzkammer zurückgeführt zu werden.

Durch's Einathmen wird die atmosphärische Luft in die Lungen gebracht, durchs Ausathmen wird die vorher eingeathmete Luft wieder ausgestossen, aber verändert sowohl in Ansehung seiner Quantität, als in Hinsicht seiner Qualität, und zugleich mit Wasser vermischt. Beym Einathmen wird die Brusthöhle ausgedehnt, beym Ausathmen hingegen zusammengezogen.

Die Expiration entzieht den Lungen nur einen kleinen Theil der in ihnen befindlichen Luft, denn nach Godwin's Versuchen enthalten die Lungen nach dem natürlichen Tode, und nach der vollkommenen Expiration 109 Kubikzoll Luft. Die Menge der Luft

hingegen, die beym Einathmen in die Lungen gelangt, beträgt nach Menzie's Berechnungen 40 Kubikzoll. Die eingeathmete Luft verliert, durch die Veränderung, die sie in den Lungen erleidet, von $\frac{1}{56}$ bis zu $\frac{1}{20}$.

Nun endlich kommt Girtanner auf die Bestandtheile der atmosphärischen Luft, und auf die Producte der Respiration. Wenn, sagt er, 100 Theile atmosphärische Luft, d. h. 80 Theile azot. Gas, 18 Th. Sauerstoffgas, und 2 Theile kohlen-saures Gas, eingeathmet werden, so erhält man nach der Ausathmung nur 98 Theile, d. h. 80 Th. azotisches G., 5 Th. Sauerstoffg. und 13 Th. kohlen-saures G. zurück.

Gemeiniglich besteht die athmosphärische Luft aus 0,27 Sauerstoffg. 0,72 Azotg. und 0,01 kohlen-sauerm Gase. Nun aber athmet ein Mann von gewöhnlicher Größe bey jedem Athemzuge 40 Kubikzoll Luft ein, also in einer Minute 720 Kubikzoll, da 18 solcher Inspirationen in dieser Zeit füglich angenommen werden können. Diese 720 Kubikzoll enthalten $0,27 = 194,4$ Kubikz.

Sauerstoffgas, das bey dem Geschäfte der Respiration verändert wird; werden nun 0,2 verwandelt in kohlen-saures Gas, so beträgt dieß in einer Minute = 36 Kubikzoll, in einem Tage = 51840 Kubikzoll = 3,9697 Pf. kohlen-saures Gas. Wird dieselbe Luft wiederholt eingeathmet, so wird stets die Quantität des kohlen-sauren Gases vermehrt, wodurch mithin die Luft untauglich gemacht wird die Respiration ferner zu unterhalten. Zur Bestätigung dieser Sätze rechnet er hierauf die obigen Versuche auf, und zieht daraus den Schluss, daß das Blut durch seine Veränderung in den Lungen die Fähigkeit erhält die linke Herzkammer zu stimuliren, und daß der Mangel dieses Reitzes den Tod bey Ertrunkenen und Erstickten hervorbringt; um so mehr da es un-leugbare Beweise dafür giebt, daß, wenn die Bedingungen jener Veränderung zum Theil aufhören, die helle Röthe des Blutes verlohren geht, und alle Functionen mit geringerem Nachdruck vor sich gehen.

Ein Theil des Sauerstoffs der eingeathmeten Luft wird durch die Respiration in Was-

ser verwandelt, das bey dem Ausathmen bemerkbar wird, wenn die Temperatur nicht 40° Reaumur übersteigt. *)

Der Athemzug steht in dem allergenauesten Verhältnisse mit der Anzahl der Pulsschläge; auf jeden Athemzug kann man ungefähr 5—6 Pulsschläge rechnen.

Gegen Crawford und Lavoisier, welche annahmen, daß der Sauerstoff nicht grade sich mit dem Blute verbinde, sondern daß er mehr dazu diene, das letztere von seinem kohlenstoffhaltigen Wasserstoffe zu befreyen, indem er theils Wasser, theils Kohlensäure constituire, begründete Girtanner eine eigne etwas verschiedene Theorie, deren Hauptinhalt in der Kürze folgender ist.

Der Sauerstoff verbindet sich theils mit dem venösen Blute, und verwandelt seine schwärzliche Farbe in eine rothe; theils mit dem Kohlenstoffe, indem er Kohlensäure

*) Sollte wohl heißen 40° Fahr. ungefähr $3\frac{1}{2}^{\circ}$ Reaum.; aber auch dieß ist falsch, denn jene Dünste sind schon bey 8° — 9° Reaum. bemerkbar.

bildet; theils mit dem Kohlenstoffe des malpighischen Schleims, ebenfalls Kohlensäure bildend; theils endlich verbindet er sich auch mit dem Wasserstoffe des venösen Blutes zu Wasser. —

Was den Wärmestoff des decomponirten Gases betrifft, so verbindet er sich 1) mit dem Sauerstoff, der ins venöse Blut übergeht; 2) mit dem entstandenen kohlensauren Gase; 3) mit dem Wasser in Dampfform.

Demnach sind also die Wirkungen der Respiration folgende:

1) Das venöse Blut verliert kohlenstoffhaltigen Wasserstoff, und erhält dagegen mehr Sauerstoff; dadurch bekommt es eine hochrothe Farbe, wie metallische Halbsäuren, salpetersaures Gas, und mehrere Körper durch die Verbindung mit Sauerstoff erhalten.

2) Die Capacität des Bluts wird erhöht, so wie die Wärmecapacität aller Körper zunimmt, wenn sie sich mit Sauerstoff verbinden.

3) Der Sauerstoff der atmosphärischen Luft, wird theils durch den Kohlenstoff des

Blutes, und des malpighischen Schleimes zu kohlensauerm Gas, theils durch den Wasserstoff derselben in Wasser verwandelt, theils endlich wird er vom Blute absorbirt.

Die Producte der Respiration sind folglich:

- 1) Arteriöses Blut.
- 2) Kohlensaures Gas.
- 3) Wasser.
- 4) Eine kleine Quantität freyen Wärmestoffs.

Bey einem gesunden Menschen wird durch die Respiration in einer Minute 4 Gran Wasser, in einer Stunde 4 Drachmen, folglich in 24 Stunden 12 Unzen generirt. —

Vom kohlensauern Gase entstehen in einer Minute 36 Kubikzoll, in einem Tage 51840 Kubikzoll = 3,9697 Pf.

Die Menge des Wärmestoffs, der bey einem gesunden Menschen auf diese Weise an einem Tage ins Blut übergeht, würde im Stande seyn 74,2789 Pf. Eis zu schmelzen. Ein gesunder Mensch braucht für jede Stunde 5 Kubikfuß gewöhnliche Luft, welche 1,23 Kubikfuß Sauerstoff enthält. —

Um diese seine Theorie noch mehr zu bekräftigen, stellte er einige neue Versuche an, die so merkwürdig in ihrer Art sind, daß ich sie unmöglich übergehen kann.

Sechs Unzen venöses Blut wurden in eine Flasche gethan, deren übriger Raum mit Sauerstoffgas angefüllt war. Die Flasche hatte überdiß ein Thermometer an sich. Diß war nicht sobald geschehen, bevor das Blut gleich eine hochrothe Farbe annahm; das Thermometer stieg dabey um einige Grade; die übrige Luft war mit kohlensauerm Gas gemischt, und auf der inwendigen Wand hatten sich überdiß einige Wassertropfen gebildet. —

Ein zweyter Versuch, um die entgegengesetzten Wirkungen beym arteriösen Blute zu bestätigen, ist folgender. Die beyden Carotiden eines Schaafs wurden geöffnet, und das Blut derselben in eine mit azotischem Gas gefüllte Flasche geschüttet. Da man am folgenden Tage die Flasche öffnete, und die darin enthaltene Luft untersuchte, fand man eine geringe Quantität Sauerstoff darin, des-

sen Gegenwart man durch ein Licht, das man in die Flasche tauchte, und das darin zwey Minuten lang brannte, deutlich zu erkennen Gelegenheit hatte.

Um die Entstehung der Kohlensäure aus dem Blute zu bestätigen, schloß Girtanner das Blut aus der Halsblutader (*vena singularis*) eines Schaafs in eine mit Sauerstoff gefüllte Flasche ein. Das Blut ward röther, und man fand den folgenden Tag, daß die Luft mit kohlensauerm Gase vermischt war.

Ja er gieng noch weiter. Um nemlich mit einem Male zu beweisen, daß der Sauerstoff vermittlest des durch die Lungen strömenden Blutes in der That eine Verbindung mit den thierischen Theilen eingehe, destillirte er das Herz eines Thiers, und erhielt — reines Sauerstoffgas.

Der Sauerstoff war nach seiner Meinung das Princip der Lebenskraft, und der stärkste Reitz in der gesammten Natur; daher nahm die Wärme eines Thiers, das er in eine mit Sauerstoffgas angefüllte Glocke that, im bedeutlichen Grade zu; darauf gerieth es in

einen entzündlichen Zustand, die Augen quollen hervor, die Lungen giengen in den Brand über, und das Thier starb.

Diese ganze von Girtanner neu erbaute Theorie ist im Grunde nichts anders als eine Modification derjenigen, die Crawford zuerst bildete, und Lavoisier ferner unterstützte; oder mit andern Worten, jene gründete sich auf die letztern. Kann man nun aber durch sprechende Beweise darthun, daß die Resultate jener beyden Experimentatoren nicht so ganz und gar den Prüfstein der nüchternen Untersuchung aushalten, so ist schon dieß ein Grund die Meinungen und Lehrsätze der ganzen Secte zu bezweifeln; ja kann man selbst auf dem Wege der Erfahrung und durch Versuche das Entgegengesetzte beweisen, kann man endlich in den oben dargestellten Behauptungen die offenbarsten Widersprüche aufstellen, und an den Tag legen; sollte alsdann nicht ein großer Schritt gethan seyn, um die ganze Theorie unwahrscheinlich zu machen?

Um diess zu beweisen , und um die völlige Unhaltbarkeit jener ganzen Theorie darzuthun , hat es nie an Naturforschern gefehlt ; und ihre Bemühungen wurden mit Erfolg gekrönt, ungeachtet noch manche unter unsern heutigen Physiologen die Lungen für die größte Quelle der thierischen Wärme halten.

Crawford mußte schon gleich anfangs seine Theorie durch Hrn. Fryer bestritten sehen , der verschiedene sehr wichtige Einwendungen dagegen vorbrachte ; nach ihm aber standen Morgans und de Luc dagegen auf. Ein Haupteinwurf gegen Crawford , der sich schon beym ersten Anblicke darbietet , ist : daß jene ganze Theorie sich bloß auf seine Versuche , die Capacitäten (um mich seines Ausdrucks zu bedienen) der Körper zu finden , gründete ; daß die Versuche auf eine äußerst unsichere Weise angestellt wurden ; und daß Crawford endlich ganz und gar nicht daran gedacht zu haben scheint , wie sehr Körper , die so mit einander vermischt werden , chemische Verbindungen unter sich eingehen , und Veränderungen man-

cherley Art erleiden; dafs diefs Alles die Resultate der Versuche natürlicherweise nicht wenig verändern muß, mithin das ganze System auf sehr unsichern und schwankenden Füßen steht. Crawford selbst fühlte auch das Gewicht jener Einwendungen, und gestand mit einer seltnen Aufrichtigkeit, dafs er mit seinen angestellten Versuchen keineswegs zufrieden sey. Auch findet man, dafs seine Berechnungen außerordentlich von einander abweichen. In der ersten Ausgabe seines Werks nemlich nimmt er die Wärmecapacität der atmosphärischen Luft 69 mal größer als die der fixen Luft; in der zweyten Ausgabe nimmt er die Capacität der dephlogistischen Luft nur 4,8 mal größer als die der fixen, mithin die der atmosphärischen $1,7142 \dots$ mal größer als eben dieser fixen Luft an.

Gren hat ebenfalls Verschiedenes gegen Crawford's Theorie eingewandt, und mit vielem Scharfsinne sie zu widerlegen gesucht. Ja Berlinghier gieng so weit zu behaupten, dafs nach Crawford's eigenen Ideen eher Kälte als Wärme entstehen müßte.

Crawford, sagt er, hat die Capacität der Wasserdämpfe bey weitem nicht richtig genug berechnet. Diese Dämpfe nemlich haben eine außerordentlich groſſe Wärmecapacität; sie verhalten sich nemlich in dieser Hinsicht zum Wasser wie 900 zu 1. Nun aber ist die Capacität der Luft und des Wassers wie 19 zu 1, also muß sich die Capacität der Wasserdämpfe und der Luft wie 900 zu 19 $\equiv 47,36 \dots$ zu 1 verhalten. Berlinghieri nimmt darauf an, daß die Hälfte der expirirten Luft Wasser ist; gesetzt aber man wollte nur $\frac{1}{2}$ als Wasser annehmen, so würde die Menge von Wärme, die erforderlich wäre jenes Wasser in Dampfform zu versetzen, schon ganz und gar die absolute Wärme der eingeathmeten Luft erschöpfen, wenn die Dämpfe dieselbe Temperatur haben sollten, die die Luft vorher hatte. Eine Folge davon muß natürlich seyn, daß statt Wärme im Gegentheil Kälte hervorgebracht wird, und zwar in dem Grade, daß Fahrenheits Thermometer bis auf 0 Grad nothwendig herabsinken muß. Dazu kommt nun noch die

freye Wärme in dem expirirten Antheile, auf die Crawford nun durchaus keine Rücksicht genommen hat.

Diese Berechnung ist nach Crawford's eigener Angabe der Capacität in der ersten Ausgabe seines Werks gemacht; denkt man sich nun überdiß noch, wie sehr Crawford jenen Ueberschlag in der zweyten Ausgabe vermindert hat, so wird ein Inhalt von 0,05 Wasserdämpfen in dem expirirten Antheile alle die Wärme vollkommen zu verbrauchen im Stande seyn, die mittelst des Athmens generirt werden sollte.

Eine Erfahrung, die zugleich diesen von Berlinghieri gemachten Einwurf bestätigt, ist die Methode künstliches Eis zu bereiten, deren man sich in Ostindien bedient. Man setzt nemlich Wasser dem Luftzuge in porösen Gefäßen aus. Das Wasser dringt nun durch diese, verdunstet auf seiner Oberfläche, dadurch wird Wärme verbraucht, die dem in den Gefäßen befindlichen Wasser entzogen wird, welches mithin gefrieren muß; und dieser Proceß geht im Schatten unter

einer Temperatur von 111 bis 112° Fahr., d. h. 35° — 40° Reaum., also unter einer Temperatur vor sich, die diejenige des menschlichen Körpers um 15° übertrifft.

Betrachten wir nun die Ausdünstung eines Menschen, und die dazu nothwendig erforderliche Wärme, so wird man auch finden, daß diese eine weit reichhaltigere Quelle haben muß, als jemals die Respiration darzubieten im Stande seyn kann. Man nimmt gemeiniglich an, daß durch die Ausdünstung eines erwachsenen Menschen von gewöhnlicher Größe, dessen Oberfläche = 14 □ Fuß ist, innerhalb 24 Stunden 32 Unzen Wasser in Dampfform weggehen. Nach den obigen Berechnungen aber brauchen 52 Unzen Wasser, um zur Verdampfung gebracht zu werden, eine Wärme, die in 32. 47 Unzen Sauerstoffgas enthalten ist (und doch ist hier die Capacität so ausserordentlich erhöht angenommen.) Wir wollen nun einmal mit Menzies annehmen, daß beym Einathmen 40 Kubikzoll atmosphärische Luft in die Lungen kommt, ferner daß in einer Minute

20 Inspirationen geschehen $= 20 \cdot 40 = 800$ Kubikzoll; und dafs mithin in 24 Stunden 666,6 Kubikfufs atmosphärische Luft verbraucht werden, deren Sauerstoffgehalt folglich $= 109$ Kubikfufs, d. h. ungefähr $= 150$ Unzen beträgt. Um nun aber eine Wärme hervorzubringen, die das bey der Ausdünstung verlohren gegangene Wasser zur Dampfform bringen könnte, werden $52.47 = 1504$ Unzen Sauerstoffgas erfordert. Man sieht leicht, wie sehr diese Zahl jene 150 Unzen übertrifft.

Ich habe mit Fleifs jene Berechnung so vortheilhaft als möglich für die Vertheidiger der Theorie jener Respirationswärme gemacht. Ich habe die Producte der Respiration nicht berührt; ich habe nicht von den übrigen ableitenden Quellen der Wärme gesprochen; ich habe die Quantität der eingeathmeten Luft zu hoch angenommen; mit einem Worte ich glaube hinlänglich gezeigt zu haben, dafs der eingeathmete Sauerstoff, selbst unmäfsig hoch angenommen, nicht einmal im Stande sey, den einzigen Proceß der Transpiration ge-

hörig zu unterhalten. Wir wollen aber der Wahrheit näher treten, und uns noch auf verschiedene Umstände einlassen, die uns bey der Betrachtung dieser Theorie aufstossen.

Schon vorher habe ich angemerkt, daß jene Angabe Menzies's, nach welcher ich meine Berechnung gemacht habe, offenbar zu hoch war. Lavoisier und Seguin setzten die auf einem Male eingeathmete Luft nach einer Mittelzahl $\equiv$ 12 Kubikzoll an, welches in Sauerstoffgehalt an einem Tage 33 Unzen 4 Drachmen ausmacht. Von dieser Quantität Sauerstoff wird nach Lavoisier 37 Unzen 4 Drachmen kohlsaures Gas, und 10 Unzen 6 Drachmen Wasser gebildet. Um aber 100 Theile kohlsaurer Gas zu constituiren, sind 72 Theile Sauerstoff, und zu eben so viel Theilen Wasser, 82 Theile Sauerstoff erforderlich. Hieraus folgt, daß zur Hervorbringung der obigen Quantität kohlsaurer Gases 28 Unzen, und zu den 10 Unzen 6 Drachmen Wasser 9 Unzen 1 Drachme, zusammen genommen also 57 Unzen erfordert werden, eine Men-

ge von Sauerstoff, die diejenige, welche täglich in die Lungen kommt, um 4 Unzen übertrifft. Diesen bedeutlichen Fehler im Calcul hat K e u t s c h zuerst entdeckt, und dieß ist, wie man leicht sieht, ein bedeutender Einwurf gegen die ganze Theorie. Denn wenn der Sauerstoff nicht einmal hinreicht die obengenannten Produkte der Respiration zu bilden, wenn er nicht einmal Wärme genug für das durch die Respiration hervorgebrachte kohlensaure Gas, und für die Wasserdämpfe darzureichen im Stande ist, wie sollte er so dem ganzen Körper, der Ausdünstung u. s. w. hinlänglich Wärme geben können; nicht einmal von der bedeutlichen Menge von Wärme zu reden, die den Körper zugleich mit dem Kothabgange u. s. w. verläßt.

Und doch haben Lavoisier und Seguin die bey der Respiration verbrauchte Quantität von Luft viel zu hoch angesetzt. Unser unsterblicher Abildgaard, dessen Verdienste um alle Zweige der Naturwissenschaft stets unvergesslich bleiben werden, nahm

an, daß bey jeder Inspiration wenigstens seine Lungen nicht mehr als 3 Zoll atmosphärische Luft fassen könnten. Durchaus müssen wir auch bey ihm dieselbe Quelle der Wärme, wie bey andern Menschen, uns vorstellen; und nun frage ich, sollte 0,8 Kubikzoll Sauerstoffgas wohl hinlänglich genug gewesen seyn, um jene mannichfaltigen dem Sauerstoffe zugeschriebenen Verrichtungen zu Stande zu bringen, und noch dabey die Temperatur des Körpers zu unterhalten? Scheint eine solche Behauptung nicht vielmehr im höchsten Grade unwahrscheinlich zu seyn?

Was Girtanner betrifft, der so viel für diese Theorie gearbeitet, der so viele dem ersten Anscheine nach eclatante Versuche angestellt hat, so hat Keutsch ihn so gründlich widerlegt, daß keiner fürwahr, dessen Verstand nicht durch Vorurtheile verblendet ist, mehr auf ihn achten wird. *De mortuis nil nisi bene*, sagt das Sprichwort; aber welcher Schriftsteller wünscht wohl nicht seinem Werke, daß es für die Ewigkeit leben mö-

ge? und welcher Schriftsteller lebt nicht zugleich mit seinem Werke beständig fort? Wir haben es also hier nicht mit dem entschlafenen Girtanner, sondern mit dem gleichsam noch lebenden Verfasser zu thun. —

Man betrachte also seine obige Beschreibung des Mechanism der Respiration, wo er sagt, daß das Blut in den Lungen, um mit der in den Cellen enthaltenen Luft in Berührung zu kommen, in jene Cellen ausströmt. Dieß ist aber ein offener Irrthum. Wo ist wohl ein Anatom, der jene Cellen gesehen hat, worein das Blut, um mit der Luft in Berührung zu kommen, ergossen wird? Beym Blutspeyen will ich freylich zugeben, daß etwas Aehnliches geschieht; aber Girtanner hat wohl schwerlich einen pathologischen Zustand hier als Beyspiel aufführen wollen!

Ich überhüpfe seine Beschreibung der chemischen Gesetze der Respiration, da ich sie oben schon hinlänglich widerlegt zu haben glaube; man vergleiche nur meine Berechnungen mit den seinigen, und man wird

schon beym ersten Anblicke finden, wie sehr jene letztern übertrieben sind. Ich eile daher zu jenen Versuchen, die die Aufmerksamkeit der ganzen gelehrten Welt auf sich zogen, und die so ausnehmend für seine Theorie zu sprechen scheinen.

Man betrachte aber nur einmal seinen mit venösem Blute angestellten Versuch; wie äußerst schlecht ist dieser gerathen! welch eine Menge von Wundern in dieser einzigen Flasche! „Das Thermometer stieg um einige „Grade;“ (wie unbestimmt!) „es bildeten „sich Wassertropfen auf der innern Oberfläche der Flasche;“ ob er aber das Blut warm oder kalt in die Flasche gethan habe, darüber finden wir keine einzige Sylbe angeführt, und es scheint daher wirklich, als ob er diesen kleinen Fehler übersehen habe. Aber gehen wir zu dem folgenden Versuche mit arteriösem Blute über; welch eine Art und Weise, die Natur und Beschaffenheit der Luft zu prüfen! man sollte beynahe vermuthen, daß Girtanner nicht einmal ein Eudiometer kannte. Und kann man wohl voraussetzen,

dafs das Wachlicht in drey vollen Minuten würde haben brennen können, wenn wir nicht annehmen, dafs die Flasche von ungeheurer Gröfse gewesen seyn, oder dafs man wenigstens das Blut von einem ganzen Hirsche gebraucht haben müsse? Aufserdem hat Keutsch denselben Versuch nachgemacht, und durchaus nichts dem Aehnliches gefunden.

Und wer wird vollends glauben, dafs Girtanner durch die Destillation eines Thierherzens wirklich reines Sauerstoffgas erhalten habe? Wir brauchen blofs seinen Versuch, wo er ein Thier in Sauerstoffgas einschlofs, mit einem ähnlichen von Lavoisier, und die Beschreibungen, die beyde von dem Zustande des Thiers geben, mit einander zu vergleichen, und man muß nothwendig im höchsten Grade Mißtrauen zu seinen Versuchen, und zu seiner ganzen übrigen Schriftstellertreue fassen.

Aber wir wollen Girtanner verlassen, und uns zu einigen Versuchen hinwenden, die nach meiner Ueberzeugung nicht im Gei-

ste jener Theorie erklärt werden können. Diese von mir selbst angestellten Versuche wurden in der Hinsicht gemacht, um theils zu erfahren, ob die Gegenwart des Sauerstoffs in der eingeathmeten Luft in der That eine so äußerst nothwendige Bedingung des Lebens sey, als man glaubte; theils aber auch um die Wirkungen einiger sogenannten irrespirabeln Gasarten auf unsre Lungen zu erfahren.

Ich verschaffte mir ein äußerst reines Wasserstoffgas, indem ich auf die bekannte Weise Wasserdämpfe durch glühende Metallröhren decomponirte. Ich hatte daher, um die Luft frey vor Kohlenstoff zu bewahren, bloß Eisenspähne genommen. Die Auswicklung geschahe in dem gewöhnlichen Apparate; statt des Wassers aber bediente ich mich einer dünnen Alcaliaauflösung. Erfahrung nemlich hatte mich diese Vorsichtsregeln gelehrt; denn braucht man Gasarten, die nur im allgeringsten Grade kohlenstoffhaltig sind, zu Respirationsversuchen, so werden sie den allerschädlichsten Einfluß auf die Lungen

zeigen; und ich selbst wäre einstmals, da ich eine Portion etwas kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas einathmete, beynahe ein Opfer jener Erfahrung geworden. Die entwickelte Luft ward, nachdem sie mit obiger Lauge in der Flasche geschüttelt worden war, und bey der Vermischung mit Gas muriaticum hyperoxygenatum keine bedeutliche Verminderung im Eudiometer gezeigt hatte, in einen Ballon von ziemlicher Gröfse gebracht. Die Oeffnung des Ballons war mit einer Röhre versehen, wohinaus ein Ventil sich öffnete, doch so, daß die im Ballon enthaltene Luft herausfahren, hingegen keine Luft eindringen konnte. Durch öftere Uebung hatte ich mir die Fertigkeit verschafft, stets mit der Nase expiriren zu können, hingegen bloß mit dem Munde zu inspiriren. So versuchte ich mehrere male mit dem auf diese Weise eingerichteten Apparate Wasserstoffgas einzuathmen, ja ich gieng sogar soweit, daß ich es 150 mal nach der Reihe einathmete. Die Empfindung, welche jenes Gas in den Lungen hervorbringt, ist von derjenigen sehr ver-

schieden, die durch unsre atmosphärische Luft hervorgebracht wird; aber sie ist keineswegs unangenehm, oder unerträglich; ja nach jenen 150 Inspirationen hätte ich gerne noch länger fortfahren können, wenn der Ballon nur mehr Luft gefaßt hätte. Die einzige Veränderung, die ich dabey angeben kann, ist eine Art exaltirten Zustandes, dem ähnlich, der nach dem Genusse geistiger Getränke zu erfolgen pflegt; nur ist er weit angenehmer. Die Wärme meines Körpers wurde nicht bedeutlich vermehrt; der Puls schlug aber etwas hurtiger; doch kann man diesen letzten Umstand nicht eben sehr in Betracht nehmen, da man die Veränderung der Respiration hier um so weniger beschuldigen darf, je gewisser und ausgemachter es ist, daß die Spannung des Geistes, worin man sich bey dergleichen Versuchen befindet, verbunden mit der ungewohnten Arbeit jener gezwungenen Respiration, eine ähnliche Wirkung hervorbringen kann. —

Da es mir unterhaltend zu seyn schien, die Wirkung jenes Gases auf Thiere zu er-

fahren, so schloß ich eine Maus in eine mit diesem Gas gefüllte Glocke ein. Die Luft war aus einer Solution von Zink in Salzsäure entwickelt, und mit jener Lauge gewaschen. Fünf Minuten hindurch schien das Thier sich ganz wohl zu befinden, darauf gab es Zeichen von unangenehmen Empfindungen, und ich zog es heraus.

Auch die Wirkung des azotischen Gases habe ich sowohl an mir selbst, als auch an Thieren versucht, und ganz verschiedene Resultate erhalten, je nachdem ich mir die dazu nöthige Luft, auf diese, oder auf jene Weise verschafft hatte. Es scheint nemlich als ob jene Luftart, eben so wie Wasserstoffgas, eine Verbindung mit Kohlenstoff erleiden könne, und dafs dadurch eine Art von Gas azoto carbonicum constituiert werde. Denn bedient man sich z. B. des Gases, welches man durch Einsperrung von Kohlen in atmosphärische Luft sich verschafft hat, so wird man, ungeachtet man den Rückstand mit Kalkwasser oder Lauge, um ihn von seinem

kohlensauren Gase zu befreyen, geschüttelt hat, dennoch ein für die Respiration äußerst beschwerliches Gas erhalten, das, wie ich glaube, kein Mensch im Stande seyn wird mehr als dreymal nach der Reihe zu inspiriren. Verschafft man sich dagegen die zu gebrauchende Luft entweder aus Braunstein, das man nicht völlig zum Glühen hat kommen lassen; oder aus atmosphärischer Luft, die vorher in wohl zugepfropften Flaschen mit einem Amalgam aus Zinn, Bley, und Quecksilber geschüttelt worden ist, so wird man erfahren, daß auch diese, so wie Wasserstoffgas, ohne Schwierigkeit eingeathmet werden kann. Wie lange aber? kann ich, da ich nur kleine Quantitäten von jener Luft gehabt habe, unmöglich bestimmen. Eine Maus lebte gleichfalls $\frac{1}{2}$ Minute darin, aber da die Glocke nur klein war, so gab sie bald ihr unangenehmes Gefühl durch mancherley Zeichen zu erkennen, und starb endlich, doch bey weitem nicht auf eine so heftige Weise, als ein ähnliches Subject, das man in derselben Glocke in atmosphärische Luft

eingesperrt hatte, und das ungefähr $1\frac{1}{2}$ Minute darin lebte.

Zu dergleichen Versuchen muß man übrigen sich solcher Thiere bedienen, die zur Classe der Säugthiere gehören; denn Vögel sind so äußerst sensibel, daß man aus den mit ihnen angestellten Versuchen kein allgemein geltendes Resultat zum Beweise der größern oder geringern Nothwendigkeit des Sauerstoffs für die Respiration, zu ziehen im Stande ist.

Und streitet nicht selbst die Natur für die Richtigkeit meiner obigen Versuche? Man betrachte nur einmal die Lebensart der Mäuse, Maulwürfe, und mehrerer Thiere der Art; und man wird einsehen, daß jene in ihrem natürlichen Zustande nicht so sehr des Sauerstoffs bedürfen. Die langen, dunkeln Gänge des Maulwurfes, die engen Mäuselöcher, die zum Theil in einer feuchten, mit frischen sowohl als halb- oder ganz verfaulten Pflanzenwurzeln durchschnittenen Erde, ausgegraben sind, bekräftigen meine Behauptung nicht wenig. Vögel dagegen haben

die frische Luft bey weitem mehr nöthig; gewohnt ihr Leben in den höhern Regionen zuzubringen, bringt ihre ganze Natur und Structur dießs Bedürfnis mit sich, und daher läßt sich daraus eben so wenig etwas Gewisses deduciren. Oder sollte ihr mehr vollkommner Athemzug, und ihre größern Lungen Schuld daran seyn? Wenigstens kann jene Behauptung der Herren Crawford und Girtanner, daß Thiere, mit den größten Lungen versehen, auch die stärkste Circulation, und den stärksten Grad der Wärme besäßen, auf eine ganz andere Weise erklärt werden. So würde ich z. B. in diesem Falle schliessen: Thiere, die die größte Lebensintensität haben, müssen ebenfalls die stärksten Aeufserungen derselben zeigen. Circulation und Wärme sind solche Aeufserungen; wenn aber jene stark ist, so müssen nothwendig auch die Organe, wodurch dieselbe befördert wird, verhältnismäfsig größer seyn, und einen höhern Grad von Vollkommenheit haben; folglich stehen auf die Weise Leben, Wärme, Blutumlauf, und durch den letz-

tern die Respiration (wie ich weiter unten zeigen werde) in dem genauesten Verhältniß mit einander; jenes als Ursache, die folgenden als die Wirkungen derselben betrachtet.

Es sey mir noch erlaubt aus dem Baue der Luftwege einen Beweis gegen die eben berührte Theorie herzunehmen. Man betrachte einmal die Nasengänge (meatus nasales), den Luftröhrenkopf (caput laryngis) und die Luftröhrenäste (Branchi) u. s. w., so wird man es nicht ungereimt finden, wenn ich ihren Inhalt = 16 Kubikzoll annehme. Sehen wir auf die Structur dieser Theile. Es sind bloße Röhren (Tubi) von größerm oder geringerm Durchmesser; diese sind, sobald das Athmen seinen Anfang genommen hat, mit Luft angefüllt, sowohl beym Ein- als beym Ausathmen. Laßt uns nun einmal sehen, welche Folgerungen aus jener Bemerkung resultiren. Wir wollen uns daher vorstellen, daß die Lungen im Ausathmen begriffen sind, ein Theil der vorher eingeathmeten Luft folglich aus den Lungencellen getrieben, übrigens aber die Luftröhre ihrer

ganzen Länge nach mit Luft angefüllt ist. Nun dehnt sich die Brusthöhle aus. Was wird geschehen? Die äußere Luft wird aus den bekannten Ursachen eindringen; auf ihrem Wege aber wird sie jene in den Luftwegen befindliche Luft antreffen, sie vor sich her in die Lungen herabtreiben, und darauf ihren Platz in den obengedachten röhrenförmigen Canälen ausfüllen. Oder wird sie sich vielleicht mit jener Luft vermischen? Es ist wahr, ganz kann man jene Vermischung zwar nicht läugnen, daß aber sehr wenig von der eingeathmeten atmosphärischen Luft in die Lungen kommt, dieß kann man mit vieler Wahrscheinlichkeit annehmen, da die Luftcolumnen in schmalen Höhren sich schwerlich mit einander vermischen. Noch könnten vielleicht die Vertheidiger jener Theorie einwenden, daß die innere wärmere Luft in die Höhe steigen, die äußere neulich eingeathmete, mithin kühlere, dagegen einen niedrigern Standort wählen wird, oder mit andern Worten, daß die Verschiedenheit der Temperatur einen Luftstrom verursachen, und

auf diese Weise die Luftarten mit einander vermischen wird. So aber müßte das Leben, das nach ihrer Theorie so sehr von jenem Proceß abhängt, gänzlich aufhören, wenn die äußere Temperatur derjenigen des thierischen Körpers gleichkommt.

Doch habe ich weder die obigen von mir angestellten Versuche noch dieß letztere Raisonnement in der Absicht angeführt, um die Unnöthigkeit des Sauerstoffs für die Lungen zu beweisen; im Gegentheil halte ich denselben für höchst nothwendig, nur, was die Quantität betrifft, in sehr geringem Grade. Wir wollen also sehen, wie jene kleine Quantität in die Lungen kommt, und um dieß Problem aufzulösen, wollen wir uns durch einen Versuch des unsterblichen Lavoisier's leiten lassen. Er schloß nemlich ein ostindisches Schwein (*Cavia porcellus* Linn.) in eine 1728 Kubikzoll große mit Sauerstoffgas gefüllte Glocke ein. Nach Verlauf einiger Zeit war der Luftraum bis 1670,75 Kubikzoll vermindert u. s. w. (Die übrigen Momente jenes Versuchs gehen uns hier nicht

weiter an.) Wir sehen also deutlich, daß die Respiration in der That die Luft in Rücksicht auf ihr Volumen vermindert, und wir wollen daher nach jenem Lavoisierschen Versuche diese Thatsache für ganz unbezweifelt annehmen. Wir haben aber vorher angeführt, daß die Lungen durch die Ausathmung bey weitem nicht von aller in ihnen enthaltenen Luft befreyt würden, sondern daß der größte Theil derselben zurückbliebe; wir haben ferner den Inhalt der tubi aëriferi = 16 Kubikzoll angenommen, und nun wollen wir die Quantität der bey der Inspiration eindringenden Luft = 12 Kubikzoll ansetzen; endlich haben wir noch gefunden, daß die Luft mittelst der Respiration in Rücksicht ihres Volumens vermindert wird. Wir müssen also nothwendig ein Moment gleich nach der Inspiration annehmen, wo die Menge der Luft am größten ist; ferner ein anderes darauf folgende, wo die Luft schon ihre Veränderung in Absicht des Volumens erlitten hat, mithin die Lungen weniger expandirt sind; endlich, daß es eine

Mittelzahl für die Evacuation der Lungen giebt, und daß jene Luftkanäle (tubi aëri-feri) einen größern Inhalt von Luft fassen, als die ist, die gewöhnlich bey der Inspiration in die Lungen tritt. Wir wollen den Luftinhalt der Lungen nach der Expiration $= x$; ihren Inhalt gleich nach vollbrachter Inspiration $= x + a + b$, im Momente eben vor der Expiration $= x + a$, folglich den Verlust in Hinsicht des Volumens $= b$ ansetzen. Den Inhalt der Luftwege wollen wir $= y (a + b)$ annehmen, eine Gröfse, die ich höher ansetze als selbst $x + a + b$. Wir haben, wie gesagt, den Augenblick der vollbrachten Expiration, worin der Luftinhalt der Lungen $= x$ ist, angenommen. Nun geschieht die Inspiration, es wird also Luft in die Lungen $(a + b)$ eintreten; ihr Inhalt wird folglich $= x + a + b$ seyn. Da aber durch die gedachte Veränderung in den Lungen die Luft b verliert, so ist der Inhalt der Lungen im folgenden Momente $x + a$. Was die Luftwege betrifft, so verlieren sie durch die Inspiration $(a + b)$ Luft, und

wir können uns ein Moment denken, obgleich dieß nur eingebildet ist, wo ihr Inhalt $= y(a + b) - (a + b)$ ist; da aber dieser Luftabgang beständig von der äußern atmosphärischen Luft ersetzt wird, so wird in der Nähe der Lungen in jenen Wegen sich $y(a + b) - (a + b)$ Luft; oben aber oder zunächst der äußern Oeffnung wird sich eine Columne der neulich inspirirten Luft $= a + b$ befinden. Nun geschieht die Expiration zum zweyten Male; wir haben aber den Luftinhalt der Lungen nach derselben $= x$ angenommen, folglich kann er bey der Expiration nicht mehr als a Luft hergeben. Was wird also in den Luftwegen geschehen? Die ausgeathmete Luft a wird die niedrigste Luftcolumne in die Luftwege herabtreiben $= y(a + b) - (a + b)$, und diese die oberste Columne $= a + b$ aus der äußern Oeffnung. Da aber die Luftwege die Luft in Hinsicht des Volumens wieder erhielten, die sie an die Lungen ablieferten, so wird a ebenfalls nicht mehr Luft als a austreiben können, folglich wird von der Luftmasse, die nach der Inspi-

ration in den Luftwegen zugegen war, ein b Theil zurückbleiben. In der darauf folgenden Respiration werden in den Luftwegen zwey b zurückbleiben, u. s. w. in den folgenden Respirationen; diese b Theile werden zwar stets nach der Expiration den entferntesten Platz in den Luftwegen einnehmen; aber nachher wird mit jeder Inspiration ein b Theil mit in die Lungen treten; folglich können wir daraus den Schluß ziehen, daß, eine Kleinigkeit abgerechnet, nicht mehr atmosphärische Luft in die Lungen kommt, als eine Quantität $\equiv$ der Differenz zwischen dem Volumen der einzuathmenden, und der bereits eingeathmeten Luft. Aber da nun alle Versuche uns sagen, daß jene Differenz nicht sehr bedeutlich ist, so wird folglich nur eine sehr kleine Quantität atmosphärische Luft zu den Lungen selbst kommen, und selbst diese nicht einmal durch eine Inspiration, sondern erst nach mehreren, ja, um mich bestimmter auszudrücken, nach so vielen Inspirationen, als die Gröfse beträgt, die $\equiv$ dem Inhalte der Luftwege dividirt mit b ist. —

Nach allem diesen sind nun meine Respirations-Versuche, die ich, wie oben erzählt, mit Wasserstoff- und azotischem Gase anstellte, leicht zu erklären. Es ist nemlich nicht eben ausgemacht, dafs in jenen 150 Inspirationen von Wasserstoffgas die Luft in den Lungen ohne Sauerstoff gewesen sey; sondern es beweist nur, dafs der Inhalt der Lungen gröfser als jene 150 b gewesen seyn mufs; auch wird meines Bedünkens dadurch, dafs ich 150 mal jene Luft ohne Schaden inspirirte, gar nicht gesagt, dafs ich der Einathmung des Sauerstoffgases völlig entohnt seyn könnte, ungeachtet man recht wohl einen Oxydationsprocefs in den Lungen annehmen kann, ohne dafs man eben nöthig hätte Sauerstoffgas zu inspiriren, wie ich weiter unten beweisen werde. Dasselbe gilt von der Maus, die in den obengenannten Gasarten lebte; ferner gilt dieselbe Erklärung von dem Lavoisier'schen Versuchen mit Thieren, die sehr gut in einer Luft lebten, deren Sauerstoffgehalt äusserst geringe war. (Siehe die obigen Versuche).

Ich habe nun meine Zweifel gegen diejenigen, die die Lungen für den Focus der thierischen Wärme halten, auseinandergesetzt. Ich schmeichle mir mit der Hoffnung, daß meine Einwendungen nicht ganz grundlos sind, und daß es mir zum Theil geglückt ist, die Unhaltbarkeit jener Theorie zu beweisen. Allein auf diesem Wege unsrer Untersuchung bietet sich uns eine Frage dar, die, obgleich sie strenge genommen, nicht innerhalb der Gränzen dieser Betrachtungen liegt, dennoch sich an jene vorigen Versuche und Grundsätze gleichsam von selbst anreihet. Diese Frage ist: was sind denn die Functionen der Lungen? —

Freylich ist diese Frage schon zum Theil im Vorhergehenden, wo von den Resultaten meiner Critik über den Ursprung der Wärme aus der Respiration die Rede war, beantwortet. Da aber jene Beantwortung, wie gesagt, nur theilweise geschehen ist, so sey es mir erlaubt meine Meinung über diesen Punct in möglichster Kürze herzusetzen.

Nach meiner Einsicht leisten also die Lungen dem Körper einen doppelten Nutzen. (Ich betrachte nemlich diesen Gegenstand hier bloß von dem empirischen Standpuncte, nicht als Organe, sondern bloß als Mittel, um den ganzen organisirten thierischen Körper zu erhalten). Wir können daher gerne zweyerley Functionen derselben annehmen. Wir wollen die eine Art jener Verrichtungen die mechanische, die andre die chemische nennen.

1) Mechanische Function. Man betrachte einmal die Wände der Lungencellen, und die Gefäße die sich auf ihnen hinschlängeln, Sprößlinge theils der feinsten Arterienendungen von den Lungenarterien, theils venöser Art von den Pulmonalvenen, so wird es einleuchten, daß jene Schlangengänge der Gefäße sich mehr oder weniger der geraden Linie nähern müssen; je nachdem die Lungencellen mehr oder weniger ausgedehnt sind, wird auch das von der rechten Herzkammer kommende Blut in jenen Schlangengängen der Gefäße Hinder-

nisse vorfinden. Dießs Hinderniß aber wird durch die Inspiration aufgehoben werden, die Luft eindringen, die Cellen sich ausdehnen, die geschlängelten Gefäße mehr und mehr in eine grade Linie sich ausstrecken, und so das Blut, das vorher in seinem Laufe stockte, allgemach eindringen. Dadurch strömt nun das Blut in größerer Menge herzu, als dafs es von den Venenenden völlig kann aufgenommen werden; in den Lungen häuft sich das Blut an, und es entsteht das Gefühl, das uns zu expiriren nöthigt. Auf's neue wird der Zuflufs des Bluts gehemmt; was in die Venenendungen gekommen war, strömt zur hintersten Herzkammer, und in dieser Folge wirken Inspiration und Expiration auf einander.

2) Chemische Function. Dafs die Lungen eine solche Verrichtung aufser jener mechanischen hätten, ist schon oben erwähnt worden; es kommt jetzt darauf an zu bestimmen, worin dieselbe besteht.

Wir haben aus den Versuchen der oben berührten Naturforscher gesehen, dafs das Blut in den Lungen eine Veränderung erlei-

det, und dafs in dem expirirten Theile sich fixe Luft befindet, nur bey weitem nicht in der Menge, wie man behauptet hat. Also will ich annehmen, dafs ein Oxydationsprocefs in den Lungen vor sich geht. Was ist aber ein solcher Oxydationsprocefs? Ist es nicht eine jede Veränderung im Körper, wodurch theils die Menge von Sauerstoff vermehrt, und mehr hervorstechend wird? Es mufs aber zweyerley Arten geben, den Körper mit Sauerstoff zu versehen, und ihm eine gröfsere Quantität desselben zu verschaffen; nemlich dafs jener Körper in der That mehr Sauerstoff erhält, als vorher in der Mischung desselben war; oder, wenn wirklich Sauerstoff bey einem solchen Körper sich findet, dafs letzterem der Stoff, welcher den Sauerstoff zu halten im Stande ist, nemlich (nach Lavoisier's und mehrerer anderer Versuchen) der kohlensaure Wasserstoff (principium hydro-carbonicum) entzogen wird. Folglich ist Girtanners Meinung lächerlich, wenn er es für höchst nöthig hält, dafs aufser der Befreyung des Bluts von seinem

princip. hydro-carbonicum, noch eine Vereinigung mit dem Sauerstoff durchaus hinzukommen muß.

Allein diese chemische Wirkung ist es nicht allein, welche ich den Lungen beylege; eine andere, für die ganze Organisation vielleicht eben so wichtige, Function findet in diesen Organen statt. Wir haben oben gesehen, daß nach Berlinghier's Meinung aus der inspirirten Luft nicht so viel Wärme erzeugt werden könnte, als hinreichend wäre, um das in dem expirirten Theile enthaltene Wasser in Dampfform zu bringen, wenn auch die Quantität desselben nur 0,05 betrüge. Da man aber mit völligem Rechte eine weit größere Menge Wasser in der expirirten Luft annehmen kann; und da aus dem obigen Raisonnement zu erhel- len scheint, daß nur eine kleine Quantität Sauerstoff in die Lungen selbst kommt; so folgt daraus, daß die Lungen, anstatt eine Quelle und ein Focus der thierischen Wärme zu seyn, durch jene starke Verdampfung, die bey ihnen statt findet, grade

ein Mittel werden, um den Körper seiner überflüssigen Wärme zu berauben. Dieß stimmt genau mit meiner Meinung überein, nemlich: daß Blutumlauf und Wärme in dem genauesten Verhältnisse mit einander stehen und daß gerade jene Organe einen eigenthümlichen Ableiter ihrer übermäßigen Wärme, die hier durchaus weit stärker seyn muß, als an irgend einem andern Theile des Körpers, haben müssen; eine Behauptung, die ich in der 3ten Section dieser meiner Abhandlung näher zu betrachten, und zu würdigen mir vorgenommen habe.

Folglich sind die Functionen der Lungen

- 1) Mechanisch; da sie gleichsam die Beschleuniger, und Acceleratoren des Blutumlaufs sind.

- 2) Chemisch; und zwar

- a) Als Organe, die das Blut oxydiren sollen, indem sie ihm sein negatives Oxyd entziehen.

- b) Als Organe, die dazu bestimmt sind, den Körper eines Theils seiner überflüssigen Wärme zu berauben.

Verschiedene Naturforscher, die ebenfalls nach chemischen Gesetzen die Lebensphänomene zu erklären sich bemühten, dennoch aber zweifelten, daß die Lungen jene für den ganzen organischen Körper so wichtige Function zu besorgen hätten, suchten auf andern Wegen zu ihrem Ziele zu gelangen.

So gab es einige, welche die Verdauung als die Quelle der thierischen Wärme betrachteten. Was sie auf diese Idee brachte, war die freye Wärme, die man bey jeder Gährung bemerkt; nun aber glaubten sie, daß eben eine solche Gährung bey der Verdauung statt fände, oder, mit andern Worten, sie hielten die Verdauung für nichts anders, als für einen bloßen Gährungsproceß; und da man sahe, daß bey allen dergleichen Proceßten freye Wärme entsteht, so war nichts natürlicher, als der Schluß, daß diess ebenfalls bey der Verdauung der Fall sey.

Eduard Rigby *) war, soviel ich

*) S. Eduard Rigby's: Essay on the theory of the production of animal heat 1785.

weiß, der erste, der jene Theorie begründete; und er fand bald einige Nachfolger, die seine Grundsätze den Crawfordischen Lehren weit vorzogen. Man bemühte sich diese Theorie durch angestellte Versuche zu bestätigen, die, obgleich ausserhalb dem Körper vorgenommen, nichts desto weniger beweisen sollten, wie durch jenen verborgenen Process der Organisation Wärme entwickelt werden könnte. Man decomponirte nemlich durch Hülfe chemischer Mittel einige Nahrungsmittel; es entstand bey dieser Decomposition Wärme, folglich schloß man davon auf die Verdauung, die ebenfalls in einer Decomposition von Nahrungsmitteln bestehen sollte.

Es wird, dünkt mich, von selbst einleuchten, daß dieselben Einwendungen, die man gegen Crawfords System machte, mit vollem Rechte auch auf diese eben genannte Theorie angewandt werden können; nemlich: 1) Daß sie sich bloß auf Versuche, die man an inorganischen Körpern anstellte, gründet; und daß es übereilt geschlossen zu

seyn scheint, daraus gleich auf Phänomene zu schliessen, die in der organischen Natur vor sich gehen. 2) Dafs sie, so wie Crawford's System, blofs einen einzigen Ort als die Quelle, oder das Organ zur Hervorbringung der thierischen Wärme ansetzt; wobey es gleichfalls unerklärbar ist, dafs die meist entferntesten Theile des Körpers dieselbe Temperatur haben, wie der Theil, von wo aus die Wärme ihren Ursprung nimmt; und endlich 3) dafs man, wenn man auch von jenen Einwendungen absehen wollte, doch nicht füglich annehmen könnte, dafs ein so grosser Grad von Wärme hervorgebracht werde, als der ist, der zur Hervorbringung der Ausdünstung, u. s. w. durchaus erfordert wird. Die speciellen Einwendungen gegen diefs System sind von nicht geringerer Wichtigkeit. Wir wollen daher einmal sehen, ob die Erfahrung mit den, aus jener Theorie nothwendig resultirenden, Schlüssen übereinstimmt. So mufs die höchste Temperatur bey den mit der stärksten Verdauung begabten Thieren statt finden, und umgekehrt

diejenigen den kleinsten Grad von Temperatur besitzen, wo die Digestion am schwächsten, oder wo ein krankhafter Zustand da ist, der bekanntlich dieselbe zuweilen sehr vermindert, ja wohl gänzlich aufhebt. Dagegen aber lehrt die Erfahrung, daß die gefräßigsten Thiere zu den sogenannten kaltblütigen Thieren gehören, wie z. E. verschiedene Schlangenarten, Crocodile, mehrere Arten von Fischen, und eine ausnehmende Menge von Insecten, Thiere die alle zusammen genommen einen so hohen Grad von Verdauung besitzen, daß diejenige der meisten warmblütigen Thiere dagegen äusserst unbedeutend ist. Ferner müßte die Temperatur eines und desselben Thiers im genauesten Verhältnisse mit seiner Verdauung stehen; diess aber bemerken wir nirgends, im Gegentheil fängt die Verdauung gemeinlich mit einem Fieber an; und es pflegt uns bey leerem Magen eben nicht sehr zu frieren. Eben so in Krankheiten, wo die Verdauung oft ausserordentlich herabgestimmt ist, findet man nicht selten eine brennende

Hitze. Und woher nun dieß? Ja sollte nicht der Umstand einen triftigen Gegen- grund gegen jene Theorie abgeben, daß meh- rere Alimente, die gleichfalls in den Di- gestionsproceß aufgenommen werden, grade die Temperatur des Körpers vermindern? Ich will nur bloß die meisten Gartenfrüchte hier anführen.

Andere Physiologen haben die Quelle der Wärme in der ganzen Nutrition gesucht*), indem sie sich auf folgendes Gesetz des Wär- mestoffs stützten: wenn flüssige Kör- per in feste übergehen, so wird der vorher in jenen gebundene Wärmestoff frey, und zu fühlba- rer Wärme verwandelt. Derselbe Fall, raisonnirten sie weiter, tritt bey der Nutrition ein; hier gehen stets flüssige in feste Theile über, und durch diesen Proceß wird beständig Wärme frey. Aber, sollte

*) S. Bibliothek for Physik, Medicin, og Oeco- nomie af C. G. Rafe: Forsög til en Theorie over Vodskernes Afsondring af Castberg. §. 31. S. 75 - 76.

nicht im Allgemeinen Absorption mit der Ernährung im Gleichgewichte stehen? Nehmen wir nun aber verschiedene Krankheiten z. B. Marasmus, und mehrere andere zum Prüfsteine dieses Grundsatzes, ja betrachten wir beynahe alle die Krankheiten, wo die Ernährung bis auf ihr minimum herabgesetzt worden ist, und die Absorption jene bey weitem übertrifft, so frage ich, woher kommt hier die übermäfsige Wärme? Ausserdem würde die kleine Quantität flüssiger Materie, die hier in eine feste Form übergeht, keinesweges im Stande seyn, die Wärmephänomene hervorzubringen, die wir bey warmblütigen Thieren wahrnehmen.

Unser Callisen, ein Mann der Dänemark so viele und große Dienste geleistet, und der Literatur desselben so viele Ehre gemacht hat, suchte den Schwierigkeiten zu begegnen, die sich dem Naturforscher darbieten, wenn er eine von den obengenannten Ursachen zur Quelle der thierischen Wärme macht. Er glaubte am besten zu diesem Ziele gelangen zu können, wenn er mehrere

der gangbarsten Theorien zu einer einzigen verbände*). Auf diese Weise meint der geschätzte Verfasser, daß man annehmen könne, die thierische Wärme entstehe: 1) Aus der Respiration. 2) Der Verdauung. 3) Aus dem Blutumlaufe, nemlich dem Reiben des Blutes gegen seine Gefäße. 4) Endlich aus der Einsaugung des Fettes. Die letztere Ursache nimmt er aus dem Grunde an, weil er glaubt, das Fett besitze eine große Menge fixer Wärme, die mittelst der Einsaugung frey werde. Zu der Zeit, da jene Abhandlung geschrieben ward (1793), da dem Verfasser die in der Folge gemachten großen Entdeckungen fehlten, war es in der That eine überaus sinnreiche Idee mehrere Theorien auf die Art mit einander zu verbinden; ja ich glaube sogar behaupten zu dürfen, daß unter den damali-

*) S. Anmorkninger over den animalske Varmes bestandige Tab., og Frembringelse i det dyriske Legeme; in: Nye Sammling af det kongelige danske Videnskabs Selskabs Skrifter 4r Th. 1793. S. 398 — 414.

gen Zeitumständen jene Methode am besten dazu geeignet war, die Schwierigkeiten dieser Untersuchung mit einigem Glücke zu bekämpfen. Jetzt aber, da so große Entdeckungen ein solches Licht über so viele vorher noch im Dunkel liegende Gefilde im Reiche der Natur verbreitet haben, jetzt, sage ich, wird man es mir erlauben, meine bescheidenen Zweifel gegen jenen so allgemein geachteten Mann zu äußern. Ich glaube oben hinlänglich meine Meinung, was den Punct der Wärmeerzeugung in den Lungen betrifft, auseinander gesetzt zu haben, daß ich die Lungen eher als solche Organe betrachte, die dazu dienen die Temperatur zu vermindern. Was ferner die Wärmegeneration mittelst der Verdauung und des Blutumlaufs betrifft, so habe ich auch jene Quellen oben zu prüfen gesucht. Und gesetzt auch, daß eine unbedeutende Menge von Wärme durch jene beyden Functionen hervorgebracht würde; sollte diese kleine Quantität wohl hinreichen, um dem ganzen großen organischen Körper die Temperatur zu geben, die mit

dem Gleichgewichte, worein sie sich mit den in der Nähe befindlichen Körpern zu setzen sucht, ferner mit dem beständigen Verluste bey der Ausdünstung u. s. w. kämpfen muß? Was die Einsaugung des Fettes betrifft, und daß dadurch Wärme sollte erzeugt werden, so sey es mir erlaubt hier anzumerken, daß, wenn es auch ein bewiesenes Factum wäre, daß durch die Einsaugung des Fettes Wärme hervorgebracht würde, man doch wohl schwerlich würde deduciren können, wie ein Körper, der von einem festen in einen flüssigen Zustand übergehe, dieß Phänomen hervorzubringen im Stande sey. Ueberdieß wenn durch die Absorption des Fettes Wärme erzeugt würde, müßte dann nicht die entgegengesetzte Erscheinung bey der Excretion desselben statt finden? Wenigstens sehe ich nicht ein, wie die Verfechter der Wärme-Materialität diesen Einwurf widerlegen wollen. —

Ich verlasse hier die zweyte Abtheilung meiner Schrift mit der Ueberzeugung, auch mein Scherflein dazu beygetragen zu haben,

rum zu beweisen, wie schwer es sey auf dem chemischen Wege die Quelle der Wärmephänomene zu finden. Aber der Naturforscher bleibt darum nicht müßig stehen. Seine Wissenschaft ist grenzenlos, und Alles fordert ihn dazu auf, sich nicht von jener gemächlichen Einbildung bethören zu lassen, als ob es deswegen unmöglich wäre zum Ziele der Vollkommenheit zu gelangen, weil ihm, dem Individuo, jener Versuch nicht glücken wollte. Eine innere Stimme befiehlt ihm sein Glück auf einem andern Wege zu versuchen, der, wenn gleich zum Theil uneben und rauh, dennoch ihn keinesweges abschrecken darf. Diesen Weg zu betreten, wollen wir in dem dritten und letzten Stücke unserer Abhandlung wagen.

Dritte Abtheilung.

Dynamische Theorie.

In den beyden vorhergehenden Abschnitten dieser unserer Untersuchung, glaube ich gefunden zu haben, daß es weder der mechanischen Secte geglückt ist, die Wärme des thierischen Körpers, und ihre Entstehung aus dem Anreiben des Bluts gegen seine Gefäße zu deduciren; noch daß die Anhänger der chemischen Secte so glücklich gewesen sind, sie nach den Affinitätsgesetzen hinreichend zu erklären. Ich habe nemlich zu beweisen gesucht, daß der Abgang und die Abnahme

der Wärme (als etwas Materielles betrachtet) stets größer angenommen werden muß, als der Zufluß derselben aus den Quellen seyn kann, die man ihr vorher zu ihrer Entstehung angewiesen hatte. Da also, wie es scheint, die Vorgänger auf jenen beyden Wegen zu ihrem Ziele nicht gelangt sind, so steht es dem Naturforscher frey, jenes Ziel auf einer ganz neuen, und unbetretenen Bahn zu suchen. Ich will zwar nicht behaupten, daß es mir geglückt ist, den Zweck meiner Untersuchungen gänzlich erreicht zu haben, aber ich glaube, daß ich eine interessante Aussicht zu jenem Ziele auf dem nächsten Wege eröffnet habe. In dieser Absicht habe ich ein Feld zu bebauen gewagt, das, soviel mir bekannt ist, und was unsern jetzigen Endzweck anbetrifft, nur einzelne Blumen getragen hat, die ein glücklicher Zufall dahin geworfen hat, und die von einigen sorgsammen Naturforschern gewartet und gepflegt worden sind.

Der durchdringende Geist eines großen Philosophen, und einiger fleißigen und glück-

lichen Experimentatoren frappante Entdeckungen erweckten aufs neue den menschlichen Geist aus dem Schlummer, dem er stolz auf seine vollendeten Arbeiten sich lässig übergeben hatte, indem er ruhig auf seine selbst gebauten Schranken von principia, gleichsam dem non plus ultra in den unbegrenzten unabsehbaren Gefilden der Natur, sich stützte und verließ. Darf ich wohl hinzusetzen, daß ich unter jenem großen Philosophen den berühmten Schelling, den Stifter der jetzigen Naturphilosophie, verstehe? Oder soll ich, um verständlich zu seyn, erst den Namen Galvanism vorher nennen? Ohne mich daher in weitläufige metaphysische Speculationen, die mich nur zu weit von meinem Ziele abführen würden, zu vertiefen, sey es mir erlaubt, folgende Momente als allgemein angenommene Grundsätze vorzuschicken: daß Alles in der ganzen Natur füglich dem Streite zwischen zwey entgegengesetzten Kräften, einer positiven, und einer negativen, zugeschrieben werden kann; daß diese beyden Kräfte stets

sich mit einander in Gleichgewicht zu setzen suchen; und dafs das eigentliche Leben der Natur in jenem beständig erneuerten Kampfe bestehe. Dieses Entgegengesetzte zeigt sich uns deutlich im Magneten, in der Electricität, dem Galvanism, und in allen chemischen Operationen. Da es mich aber zu weit von meinem Wege abführen würde, wenn ich mich auf jeden einzelnen hier genannten Punct näher einlassen sollte, so will ich blofs meinen Satz mit einigen Exempeln erläutern. Man betrachte nur die sogenannten Lichtenbergischen Figuren; wie offenbar entgegengesetzt sind nicht die positiven Strahlen, die von einem Mittelpuncte ausgehen, wie deuten nicht offenbar die negativen Strahlen auf ein Streben nach einem Mittelpuncte hin, das sich in concentrischen Cirkeln zeigt! So auch dasselbe Phänomen in dem electrischen, durch Spitzen hervorgebrachten Lichte; in den verschiedenen Crystallisationsformen beym Bruche der Metalle; diese letztern nemlich sind entweder mehr oder weniger strahligt (d. h. positiv) oder körnigt

(d. h. negativ). Gehen wir nun zu den organischen Körpern über, so finden wir auch dort dieselben Gegensätze; so z. B. ist bey Pflanzen im Saamen das Negative am meisten hervorstechend; in dem Augenblicke, da das Negative hier die Oberhand erhalten hat, geräth es in Widerspruch; dadurch wird es vernichtet, und nun zeigt sich das Positive, das in den Stengel, Stamm u. s. w. hervorschießt. Nachher aber erhält das Negative wieder die Oberhand, und zeigt sich in Blättern, u. s. w. Weitläuftiger hat diese Materie Treviranus*), den man in dieser Absicht nachsehen kann, bearbeitet. —

Aber nicht allein in Pflanzen, sondern auch in Thieren finden wir diese Widersprüche und Gegensätze des Positiven und Negativen, des Repulsiven und Attractiven. Obgleich aber diese Gegensätze mehr verwirrt sind, und in einander laufen, und obgleich es schwieriger ist, die Spuren derselben ihrer

*) L. C. Treviranus: Untersuchungen über wichtige Gegenstände der Naturwissenschaft und Medicin. B. 1. Göttingen 1803.

unzählbaren Menge wegen zu entdecken, so glaube ich doch, daß es vom größten Nutzen für die gesammte Physiologie seyn würde, jene leisen Spuren näher zu verfolgen. Wir wollen daher in der Kürze einige von jenen Gegensätzen anführen.

Zuerst wollen wir in dieser Rücksicht die Lungen und den Magen betrachten, und bey der nähern Untersuchung derselben, glaube ich, daß man sie mit allem Rechte die zwey großen Pole der Organisation nennen könnte. Man sehe nur ihre Form an, und es wird einleuchtend werden, welch ein offenerer Gegensatz sich hier findet. Der Magen (*ventriculus et tubus intestinalis*) hat eine deutlich hervorstechende Blasenform, und von dieser Blase aus verbreitet sich nach allen Richtungen hin eine ungeheure Menge von Gefäßen, die ihren Ursprung in der *tunica villosa* nehmen; hier ist also das Attractive in jener Blasenform stark hervorstechend, das aber, grade weil es seine höchste Spitze erreicht hat, nothwendig in Widerspruch gerathen muß; und nun tritt das Repulsive

in jenen Gefäßen hervor. Wie ganz verschieden aber hievon verhalten sich die Lungen; hier ist unleugbar die am meisten strahlige Ausbreitung, die aber, wenn sie ihre höchste Spitze erreicht hat, in die Vesiculärform übergeht (*cellulae pulmonales*). Beym Magen also findet man die Attraction, die sich in Repulsion verliert, bey den Lungen hingegen die Repulsion, die endlich in Attraction übergeht, am meisten hervorstechend. Was nun ihre beyderseitigen Verrichtungen betrifft, so sind auch diese im höchsten Grade verschieden. Diejenigen Mittel, die den Magen incitiren, sind offenbar solche Substanzen, die prädominirenden Wasserstoff in ihrer Mischung haben, z. B. Naphta, Weingeist, und mehrere andere. Für die Lungen dagegen ist der Sauerstoff das rechte Incitans. So zeigt die Erfahrung, daß Körper, die hervorstechenden Sauerstoff bey sich haben, den Magen deprimiren; und umgekehrt, daß Luft, die Mangel an Sauerstoff leidet, die Respiration lange Zeit hindurch nicht unterhalten kann. Ferner sehen wir,

daß die Verrichtungen des Magens und der Lungen Schritt mit einander halten; so z. B. wenn die Verdauung gut vor sich geht, verbrauchen auch die Lungen eine größere Menge Sauerstoff, und umgekehrt, daß der Magen schlecht verdaut, wenn die Lungen nicht ihre gehörige Quantität Luft haben. Es wäre daher ein äußerst interessantes Geschäft, genau das Verhältniß der Functionen in den Lungen und im Magen in den verschiedenen Zuständen der Incitabilität auszumitteln, z. B. vor und nach einer guten Mahlzeit, vor und nach genossenen incitirenden Mitteln, und zu verschiedenen Zeiten am Tage. Merkwürdig ist es in der That auch, die Veränderung, die im Körper unter mentalen Anstrengungen vorgeht, genau zu untersuchen; so z. B. wenn die Seele mit Aufmerksamkeit auf einen gewissen Punct, wie bey Studien, die die Denkkraft anhaltend und sehr beschäftigen, hingewandt ist, so scheinen alle Functionen des Körpers an intensiver Stärke abzunehmen, die Lungen inspiriren seltener, und nehmen nur wenig

Luft auf einmal in sich auf; und wird nicht die Verdauung bedeutlich geschwächt? Und was gewinnt man endlich dabey, jene Erscheinungen aus dem Nervenconsens zu erklären *).

Ein zweyter Gegensatz findet in den

*) Sollte nicht der Foetus, so lange er noch im Mutterleibe ist, ganz entgegengesetzte Pole haben? Es scheint wenigstens so, als ob sein Oxydationspol in der Höhle des Unterleibes statt findet, und daß der Mutterkuchen mit den Gefäßen des Nabelstrangs das Organ ist, welches durch Hülfe des mütterlichen Blutes jene Oxydation bewirkt. Aber wohin fällt nun der entgegengesetzte Pol, in den Foetus selbst, oder außerhalb demselben? Zwey Stellen könnte man in dieser Absicht annehmen, entweder der Mutterkuchen, oder die Lungen des Kindes. Merkwürdig wäre es übrigens, zu untersuchen, ob nicht das Schaafwasser durch die Luftröhre dringe, und eine Desoxydation bewirke. Diefes ist mir sehr wahrscheinlich, und diese meine Meinung wird überdies noch durch die Farbe der Lungen bestätigt, die nemlich der Farbe der Acidität entgegengesetzt ist, nemlich dunkelblau, eine Farbe, die von der ersten Respiration an gleich in eine rothe Farbe verwandelt wird. Endlich spricht noch die ganz verschiedene Form für meine aufgestellte Vermuthung.

Muskeln und Nerven gegenseitig statt. Diese in der That äußerst merkwürdige Erscheinung läßt sich theils vermuthen, theils aber auch durch Versuche aufs bündigste beweisen. Es ist nemlich sehr natürlich, daß zwey heterogene Körper, die sich in einem Punkte einander berühren, einander entgegengesetzt werden, so daß der eine $+$, der andere $-$ Galvanism zu erkennen giebt. Indes will ich gerne einräumen, daß dieser Satz nicht immer durch Versuche streng bewiesen werden kann, denn der Grad des $+$ und $-$ Galvanism ist zuweilen so höchst unbedeutend, daß kein auch noch so sensibles Instrument denselben anzugeben im Stande ist. Doch bleibt jener Satz stets wahrscheinlich. Was dagegen die Versuche betrifft, die jenen Gegensatz der Nerven und Muskeln darthun sollen, so wird weiter unten von ihnen die Rede seyn.

Drittens kann auch hieher die Muskelt der Arterien gerechnet werden; und, soviel ich weiß, bin ich zuerst auf diese Beobachtung verfallen. Betrachtet man nem-

lich durch Hülfe eines guten Microscops die Muskelfibern, welche jene Tunica constituiren, so wird man finden, daß sie sich an dem einen Ende in eine offenbare, mehr oder weniger der Kugelform sich nähernde, Abstumpfung endigen, am andern dagegen sich in mehrere Aeste zerspalten. Ich machte diese Bemerkung zuerst an einer feinen Arterie einer Schildkröte, wo es ausserordentlich deutlich zu sehen war, da jene Fibern nicht in der Menge zugegen waren, wie bey warmblütigen Thieren. Doch ist es mir nachher geglückt, dieselbe Erscheinung an einer kleinen Arterie unserer Hausmaus zu bemerken. Um diesen Versuch gehörig anzustellen, ist es nöthig sich einer sehr kleinen Arterie zu bedienen, diese ungespalten zu lassen, und so umzukehren, daß die innere Wand nach aussen zum Vorscheine kommt. Bey Wiederhohlung des Versuches habe ich überdieß gefunden, daß man am besten damit zu Stande kommt, wenn man die so zubereitete Arterie über ein kleines etwas conisches Haarröhrchen von

Glas spannt, wo man noch zugleich den Vortheil hat, daß man die Arterie von allen Seiten dem Auge gehörig darstellen, und sie mittelst der Röhre in verschiedene Richtungen drehen kann. Zuweilen trifft es sich, daß man das kugelförmige Ende deutlich sieht, hingegen nicht das gespaltene. In diesem Falle, der bey der Arterie der kleinen Hausmaus stattfand, tauchte ich letztere in reines Wasser, wo dann die Gegenstände flottanter, und deutlicher zu bemerken waren. Jener Gegensatz, der in diesen Fibern offenbar ein Positives und Negatives zeigt, soll uns zu einem interessanten Schlusse in einer unserer folgenden Untersuchungen leiten *).

Aber wir wollen nicht weiter in die Aufzählung der ungeheuren Menge von Gegensätzen, die in dem thierischen Körper statt

*) Sollte nicht der Unterschied der Muskelfibern, die dem Willen unterworfen sind, und derjenigen, die ohne ihr Zuthun agiren, oder die, nach Bichat, zum organischen Leben gehören, vielmehr darin liegen, daß jene einen Gegensatz mit den Nerven, die sich überall in ihnen zerstückeln, constituiren, diese dagegen ihren Gegensatz in sich selbst haben?

finden, uns vertiefen, sondern unsern Weg weiter verfolgen, und sehen, in wiefern jene eben genannten Bemerkungen uns zum Leitfaden aus diesem Labyrinth dienen können.

Schon in der Einleitung habe ich angeführt, daß die Wärme ohne Zweifel aus der Verbindung zwischen dem Positiven und Negativen, zwischen dem Repulsiven und Attractiven in der Natur hervorgehe; ferner habe ich zu zeigen gesucht, daß eben solche Gegensätze auch in der Organisation (eine bereits seit langer Zeit angenommene Meinung) statt finden; wenn folglich jene Gegensätze wechselseitig aufgehoben, und wieder hervorgebracht werden, so werden wir daraus die Vermuthung ziehen können, daß die Quelle der thierischen Wärme füglich hier ihren Ursprung nähme. Man kann mit vollem Rechte die Richtigkeit jener Meinung ausser allem Zweifel setzen; denn das Leben der Natur besteht bloß in jenem Streben zum Gleichgewichte, und die Fortdauer desselben in jenem stets erneuten Streite *).

*) S. Schelling: von der Weltseele. Hamburg 1798.

Aber auch auf dem experimentellen Wege kann man zu jenem Schlusse gelangen. Wenn man nemlich einen Nerven eines neulich getödteten Thieres mit Zink, und den dazu gehörigen Muskel mit Silber armirt, und nun beyde Metalle mit einander in Berührung bringt, so entsteht eine Contraction im Muskel. Läßt man die Kette in Ruhe geschlossen seyn, so hören nachher die Contractionen auf, und es erfolgen keine mehr in diesem Zustande. Wenn man aber die Kette wieder öffnet, so zieht sich zwar auch der Muskel aufs neue zusammen, aber schwächer als vorher, und nur unter der Voraussetzung, daß das Thier auf einer hohen Stufe der Irascibilität steht *). Kehrt man die Verfahrungsart beym Versuche dagegen um, so daß der Nerve mit Silber, der Muskel aber mit Zink armirt wird, und läßt man darauf die Kette sich schliessen, so erfolgt die schwäche-

*) S. I. W. Ritter's Beweis, daß ein beständiger Galvanismus den Lebensproceß im Thierreiche begleitet.

re Contraction, wird dagegen die Kette geöffnet, so entsteht die stärkere.

Bringt man nasse Schwämme zwischen die Armaturen sowohl der Muskeln, als der Nerven, so ist der Erfolg derselbige.

Diese Versuche lassen wirklich auf eine galvanische Heterogenität zwischen Nerve und Muskel schliessen; denn wirkte der separirte thierische Theil bloß als das 3te Glied in der geschlossenen Kette, so müßte es durchaus gleichgültig seyn, auf welche Weise die Metalle geordnet wären, ob Zink oder Silber den Nerven armirte; auch würden bey Eröffnung der Kette durchaus Contractionen erfolgen müssen *).

Aber diess ist nicht der einzige Versuch. Valli **) behauptet schon lange vor jener

*) S. Rozier's Journal de physic T. 41. p. 79.

**) S. Valli's: Briefe über die thierische Electricität. Gren's Journal der Physik. Indessen muß ich hierbey anmerken, daß jener Versuch manchen nicht geglückt ist, und daß daher die Authentität desselben von verschiedenen Schriftstellern, z. B. von Volta, Pfaff, Humboldt und mehreren bestritten worden ist. Doch hat

Zeit die Electricität thierischer Theile mit Hülfe des Electrometers gefunden zu haben. Er präparirte nemlich 15 Frösche, und vereinigte darauf ihre Cruralnerven; durch eine einzige Armatur verband er nun die Armaturen der Nerven und Muskeln, worauf zwey kleine Strohhälmlchen, die man der thierischen Batterie nahe gebracht hatte, von einander gestossen wurden.

Auch bedarf es im Grunde keiner armingenden Metalle um galvanische Wirkungen in thierischen Fibern hervorzubringen. Da hier zwey heterogene Körper zugegen sind, so sollte man vermuthen, daß die mittelst der, jene Fibern bekleidenden, Feuchtigkeit geschlossene Kette galvanische Wirkungen zu erregen im Stande sey; und Versuche beweisen auf die einleuchtendste und schönste Weise die Richtigkeit jenes Satzes. So z. B. glückte es schon dem berühmten Galva-

Keutsch dasselbe mittelst des Bennetap'schen Electrometers nachgemacht und dabey bemerkt, daß die Goldblätterchen an die Wände des Glascylinders anschlugen.

ni *), Contractionen in einem präparirten Frosche zu erregen, wenn er den Musculus gemellus (M. gastrocnemii?) so weit zurückbog, daß er mit der Schulter des Frosches in Berührung kam **).

Humboldt ***) veränderte diesen Versuch in etwas. Er präparirte nemlich einen Froschschenkel, so daß der Nervus ischiadicus seiner ganzen Länge nach entblößt zu liegen kam. Darauf bog er die Muskeln gegen jenen Nerven zurück, und gleich entstanden heftige Zusammenziehungen.

Eben dieser große Naturforscher brachte gleichfalls eine Verbindung zwischen Nerve und Muskel mittelst Muskelfleisch zu Stande, und es erfolgten ebenfalls Zusammenziehungen darauf.

Auch mir selbst ist es geglückt Contractionen hervorzubringen, wenn ich Muskel

*) S. Gren's neues Journal der Physik B. 2. H. 2. S. 169.

**) Humboldt über die gereizte Muskelfaser B. 1. S. 30.

***) S. ibid. B. 1. S. 32.

und Nerve, und wieder Nerve und Muskel von zwey verschiedenen präparirten Froschschenkeln wechselsweise mit einander in Verbindung setzte *).

Seit der Zeit habe ich verschiedene Versuche angestellt, die in diese Materie zum Theil einschlagen. Es ist mir geglückt, mehrere Froschextremitäten zu einer einzigen sogenannten organischen Batterie zu vereinigen; und soviel ich weiß bin ich der erste, der auf diese Idee verfallen ist.

Die Bedingungen zur Anstellung dieses, wie mich dünkt, sehr wichtigen Versuches, sind in der Kürze folgende: — Die Frösche müssen einen sehr hohen Grad von Incitabilität haben, hurtig, leicht, und mittelst scharfer Instrumente präparirt, die Nerven nicht in grader, sondern vielmehr in schräger Linie übergeschnitten werden, so daß

*) S. Rafe's Bibliothek for Physik, Medicin og Oeconomie. B. 4. Heft 2. oder: 1802. Heft 6. S. 190. — Ferner die Uebersetzung jener Versuche in Gilberts Annalen der Physik, 1803. H. 2.

der Schnitt so oblique, wie nur möglich ist, wird. Denn nach meiner Erfahrung gehört das Neurilema, (oder die Nervenscheide) zu den weniger leitenden Substanzen, und wird in Verbindung mit der Nervensubstanz selbst, nicht sowohl durch seine eigene ihm eigenthümliche leitende Natur, als durch die dasselbe bekleidende Feuchtigkeit in Verbindung gesetzt. Es ist unbeschreiblich, wie sehr es die Versuche erleichtert, auf diese Art die Nervensubstanz selbst zu entblößen, und wie weit besser Alles glückt, als wenn das Neurilema das verbindende Glied ist. Nachdem nun jene Froschextremitäten, 12 an der Zahl, präparirt worden waren, wurden sie durch Fungus agaricus, den man vorher in Salmiaksolution getaucht hatte, mit einander vereinigt. Die Ordnung der Batterie war: Nerve, Muskel, Schwamm, Nerve u. s. w.; das eine Ende also fieng mit den Nerven an, das andere endigte mit dem Muskel. Wurden nun diese mit einander in Verbindung gesetzt, so entstanden Contractionen in allen jenen Schenkeln, ausge-

nommen in zwey derselben, die ich auch nicht ein einziges Mal sich bewegen sah. Bey diesem Versuche bemerkt man ebenfalls sehr schön, wie bey der Eröffnung der Kette Contractionen entstehen. Der Körper, der die Pole mit einander vereinigte, war wechselseitig bald das Fleisch einer jungen Katze, womit neulich schon experimentirt worden war, theils eine krummgebogene silberne Sonde.

Ich glaube, daß diese Versuche (um nicht mehrere anzuführen) hinreichend sind, um jene schon seit langer Zeit angenommene Polarität zwischen Nerven und Muskeln zu beweisen. Mehrere hier anzuführen, scheint mir überflüssig; ich begnüge mich daher, den geneigten Leser, der etwa dergleichen zu lesen wünschte, an Volta's, Pfaff's, Gren's, Saxtorph's, und mehrerer Naturforscher Schriften zu verweisen. Nur dieß sey mir noch erlaubt anzuführen, daß auch jetzt unsre Physiologen anfangen, jene Meinung von der Polarität der Nerven und Muskeln anzunehmen, wie man deutlich bey

Autenrieth *), der die schönsten Ideen über diesen Gegenstand vorgetragen hat, sehen kann.

Ich habe schon in der Einleitung zu dieser meiner Abhandlung gesagt, oder mit andern Worten, ich habe bloß meine Leser auf die Idee zu bringen gesucht, daß durch jedes entstandene Gleichgewicht zwischen dem Attractiven und Repulsiven, und, in specie, daß durch jede Verbindung der $+$ und $-$ Electricität Wärme hervorgebracht würde. Was mich zuerst auf diesen Gedanken brachte, war der überall bekannte Adamsche Versuch. Adams nemlich **) hielt ein sehr sensibles Thermometer in den electrischen Strom zwischen 2 hölzernen Kugeln. Jenes stieg darauf von 65° Fahrenh. zu 100° — 105° — 110° . Van Marum ***), der die-

*) S. Autenrieth's: Handbuch der empirischen menschlichen Physiologie. B. 3. §. 917.

**) S. Essay on Electricity. Second Edition. London 1785. S. 384.

***) S. Gren's: neues Journal der Physik. B. 3. S. 7.

den Versuch nachmachte, brachte das Thermometer sogar dahin, daß es von 45° bis zum 152° stieg.

Ferner ward es einleuchtend, daß die Schmelzungs- und Verkalkungsversuche nicht durch eine Art von Verbrennung, verursacht vom Sauerstoffe der atmosphärischen Luft, geschehen, sondern daß die Hitze aus der Vereinigung zwischen der positiven und negativen Electricität ihren Ursprung nehme, und daß eine ähnliche Ursache an der mittelst der galvanischen Säule hervorgebrachten Verbrennung Schuld sey. Van Marum's Versuche, der Metalle in mephitischen Luftarten, und unter Wasser schmelzte, bestärkte mich noch mehr in meiner Vermuthung.

Um also noch mehr jene Meinung zu begründen, stellte ich eine Reihe von Versuchen an.

Die erste Gelegenheit, die sich mir dazu darbot, war folgende. Ich hatte nemlich, in der Absicht Versuche anderer Art anzustellen, eine Batterie von 1500 Abwechselun-

gen von Kupfer, Zink, und Pappscheiben, die in einer Salmiaksolution durchgefuechtet waren, erbaut. Da ich damals gerade keinen Gasentwicklungsapparat bey der Hand hatte, wobey ich ein Thermometer anbringen konnte, so schloß ich die Kette durch eine einfache mit destillirtem Wasser gefüllte Glasröhre, die so eingerichtet war, daß durch die Enden derselben eine silberne Nadel bis ins Wasser reichte. Es war meine Absicht, so lange bis ich einen bequemern Apparat in Stand erhalten konnte, wenigstens mit diesem zu versuchen, ob die so hervorgebrachte Wärme (wenn wirklich Wärme hervorgebracht würde) durchs Gefühl wirklich vernehmbar sey. Nachdem ich so die Kette 8 — 10 Minuten geschlossen hatte, ergriff ich den mittelsten Theil der Röhre mit meiner Hand, die nun zu meiner größten Verwunderung und Ueberraschung nicht nur eine geringe Temperaturerhöhung erlitten hatte, sondern in der That stark erhitzt worden war. Der Hr. Oberhofmarschall von Hauch, der damals grade mich mit seiner

Gegenwart beeürte, war Zeuge jener interessanten Erscheinung.

Um nun jenen Versuch genauer anzustellen, liefs ich mir 2 Gasentwickelungsröhren verfertigen. Die eine hat folgende Figur Λ und war an ihrer obersten Spitze mit einem sehr sensiblen Thermometer versehen. Die Figur der andern Glasröhre war wie $\Lambda\Lambda$, und an beyden Spitzen mit Thermometern versehen. Mit der erstern stellte ich Versuche an einer Batterie von 1500 Abwechslungen aus Kupfer, Zink und Pappscheiben, die mit Salmiaksolution befeuchtet waren, an. Die Entwicklungsröhre war anfangs mit destillirtem Wasser, in der Folge aber mit Salmiakauflösung gefüllt. Die Metalldräthe, alle mit feinen Spitzen versehen, giengen durch einen Kork in jene angefüllte Röhre. Sie bestanden abwechselnd aus Gold, Silber, Kupfer, Zinn, Zink und Bley; aber es war beynahe gleichgültig, welches Metall man in dieser Absicht anwandte. Uebrigens hatten sie alle keine solche Länge, dafs sie von

beyden Seiten die Kugel des Thermometers erreichen konnten.

Nachdem nun Alles auf diese Weise in Ordnung gebracht worden war, ward die Röhre mit destillirtem Wasser angefüllt. Die Dräthe waren, wie schon gesagt, beyden verschiedenen Wiederhohlungen der Versuche bald von diesem, bald von jenem Metalle. Die Temperatur war 14° Reaum.; der Abstand der Drähte unter sich 1 Zoll. Die Kette ward geschlossen. Die Gasentwicklung war stark; das Thermometer stieg, und nach Verlauf von 10 — 12 Minuten stand es unbeweglich auf 25° Reaum.

Ich füllte darauf die Röhre mit Salmiaksolution. Die Entwicklung von Gas war bedeutender. Das Thermometer stieg, und nach einigen Minuten stand es unbeweglich auf 38° .

Da die Röhre von sehr dünnem Glase war, und da das Wasser, das sich aus den Pfröpfen hervordrängte, verdampfte, so schloß ich daraus, daß die Röhre, umgeben von schlechten Wärmeleitern, und so eingerichtet, daß

das Wasser nicht verdampfen, und mithin die Röhre abkühlen könnte, eine weit höhere Temperatur zeigen würde. In dieser Absicht gebrauchte ich guten trocknen Flanell, den ich 10 — 12 mal um die Röhre wickelte; und die Verdunstung des Wassers hinderte ich dadurch, dafs ich die Korkpfröpfe luftdicht einkittete; endlich um dem von der entwickelten Luft geprefsten Wasser Ablauf zu verschaffen, bediente ich mich sehr dünner einige Zoll langer Glasröhren, die die Pfröpfe perforirten, und luftdicht durch selbige giengen. Ich füllte die Röhre mit Salmiaksolution, schlofs die Kette, und hatte das Vergnügen das Thermometer bis zu 60° steigen zu sehen.

Die zweyte Röhre mit den beyden Thermometern sollte dazu dienen, um zu sehen, auf welcher Seite die höchste Temperatur statt fände. —

Die Versuche damit wurden durch dieselbe Batterie angestellt, und zwar, so wie in den vorigen mittelst der einfachen Röhre angestellten Versuchen, zuerst mit reinem

Wasser, und darauf mit Salmiaksolution. Die Temperatur war 10° Reaum. Nachdem die Kette eine Minute hindurch geschlossen war, stand das Thermometer bey dem Drahte, der Sauerstoffgas gab, auf 12° Reaum.; das Thermometer dagegen bey dem Drahte, der Wasserstoffgas gab, auf 8° Reaum., nach Verlauf einiger Minuten stieg diess bis zu 10° , dann zu 12, und endlich blieben sie beyde auf 15° Reaum. stehen. Wurde statt des Wassers die Salmiaksolution genommen, so war Alles wie vorher, ausgenommen dafs beyde Thermometer bis zu 20° Reaum. stiegen.

Der Unterschied in der Temperaturerhöhung bey der doppelten Röhre hatte seinen Grund in dem größern Abstände zwischen den Nadeln. Aber dessen ungeachtet war die Temperatur bey den Nadeln nicht am höchsten, offenbar gab das Gefühl eine weit höhere in der mittelsten Biegung der Röhre zu erkennen; eine interessante Erscheinung, die eine nähere Untersuchung verdiente, und deutlich zeigt, dafs die Wärme wirklich ein Indifferentialproceß ist.

Wenn man nun bedenkt, daß ähnliche Processe zwischen jeder Platte der Batterie, wo Kupfer und Zink durch einen nassen Körper von einander getrennt waren, statt fanden, so wird man leicht einsehen, welche bedeutliche Wärmeentwicklung hier vor sich gieng.

Wir haben also gefunden, daß die Wärme durch die Vereinigung zwischen dem galvanischen negativen und positiven Pole entsteht; wir haben ferner gesehen, wie die berühmtesten Naturforscher darin mit einander einig sind, daß dieselbe Polarität in dem thierischen Körper statt findet, und daß Experimente sie auch bey Nerven und Muskeln zu erkennen geben. Wir haben außerdem gefunden, daß die Fibern, die die muskulöse Haut der Arterien constituiren, eine Form besitzen, welche offenbar jenen Gegensatz anzeigt, nemlich die sich an dem einen Ende strahlt (positiv), an dem andern Ende dagegen begrenzt cirkelförmig (negativ) zu erkennen giebt. Diese Entdeckung ver-

breitet ein helles Licht über die Ursachen der Circulation. Wir haben gesehen, daß Muskelzusammenziehungen alsdann statt finden, wenn die Nerven- und Muskelpolarität sich in Gleichgewicht setzt, oder mit andern Worten, wenn ihre verschiedenen Electricitäten $= 0$ sind. Also ist, zufolge dieses Satzes, der active Zustand der Muskeln Expansion, ihr passiver Contraction. So ist Steifheit bey neulich getödteten Thieren nichts anders als jene passive Contraction. So ist es mir stets geglückt, wenn ein Thier vor kurzem getödtet worden war, die Glieder desselben in der stärksten Ausdehnung zu halten, indem ich die Beugemuskeln überschnitt; und umgekehrt dieselben in der stärksten Biegung zu halten, wenn ich die Ausstreckemuskeln übergeschnitten hatte. So endigt sich oft das Leben mit Convulsionen, die nichts weiter sind, als ein Streit zwischen der Muskel- und Nervenpolarität, und dem augenblicklich hervorgebrachten Gleichgewichte. Daher gebraucht man Bisam in jenen convulsivischen Krankheiten, um die Lebenskraft

nachzunehmen, und dadurch die geschwächte Polarität zu erregen.

Aber kehren wir zu derjenigen Polarität zurück, die, wie ich oben angeführt habe, in den Fibern, die die muskulöse Haut der Arterien constituiren, statt findet. Ich habe bereits dargethan, daß schon ihre Form einen offenbaren Gegensatz von $+$ und $-$ andeutet; ich habe ferner gesagt, daß die Scheiden der Nerven weniger leitend für die Electricität sind; ich setze noch hinzu, daß dasselbe bey allen übrigen Häuten (*tunicae*) des thierischen Körpers der Fall ist, eine Wahrheit, deren Richtigkeit unzählliche Versuche mich hinlänglich gelehrt haben. Aber wir wissen nun, daß die Arterien von solchen Häuten gebildet werden, und daß jene *Tunica fibrosa* eigentlich nicht jenen Namen verdient, da sie aus deutlich von einander separirten Fibern besteht. Diese Fibern perforiren offenbar mit ihren Endungen die innere Haut der Arterien (*tunica intima arteriarum*), wovon ich bey jenen obigen Versuchen mit der Arterie der Maus mich überzeugte; folglich

haben wir in den Fibern selbst die zwey Glieder der galvanischen Kette; ist diese nicht geschlossen, so sind die Fibern in Action, mithin in Expansion. Nun kommt aber durch den Schlag des Herzens das Blut in die Arterie; da aber die Fibern nur ein Segment vom Cirkel der Arterie ausmachen, so schließt sich die Kette, die Fibern ziehen sich zusammen, und es erfolgt Systole der Arterie. Durch diese Systole wird das Blut weiter fort in der Arterie getrieben, und da nun das dritte Glied fort ist, entstehen wieder Gegensätze (Widersprüche) in den Fibern, diese extendiren sich, und wir haben nun eine Diastole der Arterie. Aber, möchte man fragen, was setzt denn das Herz in Bewegung? Ist nicht hier dieselbe Triebfeder? Nur ist die ungeheure Menge von Fibern, wo die Gegensätze gleichsam in einander laufen, Schuld daran, daß man dieß übersehen hat, und doch zeigt sich auch hier bald der negative Pol deutlich in den musculis papillaribus, der positive aber in den trabeculis carneis und in den Valveln.

Man wird schon ohne mein Zuthun bemerken, wohin ich strebe; man wird sehen, daß ich die Wärme durch das in jedem Augenblicke aufgehobene Positive und Negative im thierischen Körper entstehen lasse.

Es wird mithin einleuchten, daß zufolge meiner eben auseinandergesetzten Meinung: **Leben, Blutumlauf und Wärme Wirkungen einer und derselben Ursache sind**, daß nemlich die Quantität der Gegensätze, um mich dieses Ausdrucks zu bedienen, die Bedingung ihrer Energie seyn muß.

Aber ist das, was ich als Ursache zur thierischen Wärme angeführt habe, nicht bloß hypothetisch? Existirt wirklich ein einziges Experiment, wodurch man Wärme bey Muskelcontractionen hat entstehen sehen?

Um diese Fragen zu beantworten, will ich hier einige von mir angestellte Versuche erzählen, die, obgleich nicht mit derjenigen Genauigkeit und sorgfältiger Wiederholung, wie diese wichtige Sache es wohl verdiente, angestellt, doch dazu dienen können, ein helleres Licht über unsern Gegenstand zu ver-

breiten. Aber ehe wir so weit kommen, sey es mir erlaubt eine Bemerkung voraus zu schicken. Es ist eine schon längst bekannte Bemerkung, daß durch Muskelcontractionen in der That Wärme erzeugt wird. Thiere, die es friert, bringen, soviel es ihnen möglich ist, alle ihre Muskeln in Action, und eine anstrengende Körperbewegung erhöht stets die Temperatur. Wohl weiß ich, daß alle Wärmetheoretiker die Bewegung in dieser Absicht zu ihren Erklärungen benutzt, und sie, so gut es sich thun lassen wollte, als ein Wärme erregendes Mittel ihren Systemen angepaßt haben. Aber sie scheinen nicht daran gedacht zu haben, daß eine anhaltende Muskelcontraction auch die Temperatur erhöht, eine Bemerkung *), die den berühmten v. Humboldt gehört. Aber er erklärt diese Erscheinung unrichtiger Weise daher, daß er annimmt, es werde in jenem Zustande mehr Materia fibrosa zu den Muskeln hingeführt, und daselbst deponirt. So

*) S. Humboldt über die gereizte Nerven- und Muskelfaser. B. 2. S. 159.

hat auch Dr. Peart *) beobachtet, dafs er, wenn er im Bade safs, die Temperatur des Wassers um 8 Grade erhöhen konnte, wenn er blofs mit seinen Füfsen eine Zeitlang gegen den Boden der Badewanne stiefs.

Was meine eigenen Versuche anbetrifft, so liegen die obengedachten Wahrheiten gleichsam in den Händen der Naturforscher. Ich untersuchte nemlich, ob man durch Hülfe eines Luftthermometers im contrahirten Muskel hervorgebrachte freye Wärme entdecken könnte. Es war mir deutlich, dafs, wenn jener Versuch glückte, diefs ein unwidersprechlicher Beweis für diese meine Theorie seyn würde.

Ich machte mir nemlich ein Thermometer, ungefähr wie Amontons Manometer. Es bestand aus einer Glaskugel, von $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, und einer Röhre, deren Durchmesser $\frac{1}{2}$ Linie betrug. Ferner war diefs Instrument mit einer Scale versehen, wovon jeder Grad eine Linie grofs war. In der Röhre befand sich eine kleine Perle von

*) S. Medical extracts. Vol. 2. p. 201.

Quecksilber, die durch ihr Steigen und Fallen selbst die unbedeutendsten Temperaturveränderungen sogleich angab.

Mit diesem Thermometer nun stellte ich folgende Versuche an. Der Unterleib einer neulich geschlachteten jungen Kuh *) (juvenca) ward in der möglichsten Eile geöffnet, und die Haut der einen Extremität abgezogen. Drey grofse Nerven, ohne Zweifel N. cruralis, N. obturatorius, und N. ischiadicus wurden in der Richtung des schiefen Durchmessers übergeschnitten, und mit Zink armirt. Die Muskeln auf dem Unterschenkel (anticrus) dagegen wurden mit einem Stücke fein gehämmerten Silber bedeckt.

*) Ich hatte denselben Versuch schon vorher bey einem paar Ochsen gemacht. Man zog ihnen zwar mit der möglichsten Geschwindigkeit die Haut ab; doch aber zeigte sich nicht die geringste Muskelcontraction, wenn ich den armirten Muskel und Nerven mit einander vereinigte. Aus dieser Ursache wählte ich ein junges Subject, und zwar von weiblichem Geschlechte, da die Erfahrung lehrt, dafs ihre Incitabilität mehr erhöht ist.

Nun machte ich in den Muskeln an der inwendigen Seite des Schenkels, die übrigens mit Zellgeweben bedeckt waren, einen kleinen Einschnitt, und hierin setzte ich das obige Thermometer hinein. Da so Alles zum Versuche in Ordnung gebracht worden war, liefs ich es in Ruhe verbleiben, bis die Quecksilberperle die grösste Höhe erreicht hatte, und nun zu sinken anfieng. Nun vereinigte ich die Armaturen der Muskeln und Nerven. Das Thermometer, das vorher auf 287 Linien stand, stieg jetzt zu 296 Linien. Ward die Kette wechselsweise geöffnet, und wieder geschlossen, so blieb es stehen, bis die Incitabilität ausgeleert war; welches bald erfolgte.

Ich wiederholte diesen Versuch bey einem ziemlich grossen Lamme. Alles war wie vorher, ausgenommen dafs das Thermometer bey Schliessung der Kette um eine Linie stieg.

Man könnte gegen diese Versuche den Einwurf machen, dafs derselbe Erfolg in jedem feuchten Körper, der die beyden heterogenen Glieder der galvanischen Kette mit

einander vereinigte, statt finden müßte. Aber dieser Einwurf fällt weg, wenn man bedenkt, daß das Steigen des Thermometers im Verhältnisse mit den Aeufserungen der Incitabilität abnahm.

Ich habe meine Untersuchungen hier geendigt. Nur eines Umstandes muß ich noch vorher erwähnen, ehe ich die Feder niederlege. Da ich nemlich die letzte Hand an diese Arbeit legte, ward ich durch die Güte unsers vortrefflichen Dr. Ö r s t e d mit einem Werke bekannt, worin ich einige meiner Ideen wieder fand. Dießs waren: *Prolusiones ad chemiam seculi decimi noni* von Prof. Winterl, und ich will hier seine eigenen Worte *) anführen, woraus man am besten seine Ideen wird beurtheilen können. So heisst die Stelle: *Caloricum ergo, quantum humanâ mente assequi valemus, consistit in unitis principiis aciditatis et basiditatis (alcalitatis); haec duo principia, a quibus solis omnis in naturâ attractio dependere videtur, inter se unita constituunt materiam compo-*

*) S. l. c. S. 140.

sitam, (caloricum) cujus unica actio esse videtur, absolutâ (illimitatâ) suâ elasticitate omnia loca non resistentia, quae sunt corporum pori, penetrare, et penetratorum partes a se repellere cet. — *)

Man sieht also, daß er die Wärme wohl als einen Stoff betrachtet; aber daß er sie aus einem Positiven und Negativen hervorgehen läßt. Ferner hält er Principium aciditatis, und Principium basiditatis für synonym mit den verschiedenen Electricitäten, und diese sieht er gleichsam als die Seele der ganzen Natur an.

*) Das Principium caloricum also besteht, soviel der menschliche Geist einzusehen im Stande ist, in der Vereinigung der Aciditäts- und Basiditäts- (Alcalitäts-) principien; diese beyden, von welchen allein alle Attraction in der Natur abhängt, mit einander vereinigt bilden die zusammengesetzte Materie, (caloricum) deren einzige Action zu seyn scheint, durch ihre absolute (illimitirte) Elasticität alle nicht widerstehende Oerter zu durchdringen, nemlich die Poren der Körper, und die Theile jener durchdrungenen Körper von einander zu entfernen.

Doch ich habe meine Absicht erreicht. Ich habe dem geneigten Leser eine kurze Uebersicht meiner Theorie gegeben, und ich überlasse es seinem Urtheile zu entscheiden, ob sie mehr als den Namen einer Hypothese verdient. Werden indess diese Blätter mit der Nachsicht, die ich mir verspreche, aufgenommen, so werde ich meine Arbeiten mit dem größten Eifer, und der höchsten Anstrengung meiner Kräfte gerne fortsetzen.

Ich verlasse hier den Leser, und wiederhole noch einmal meine Bitte um Nachsicht, und gelinde Beurtheilung. Man prüfe das, was ich gesagt habe, und sollte Eins und das Andere ihm anders vorkommen als mir, o! so bedenke er, daß es ungleich leichter ist, auf einem schon geebneten und gebahnten Wege fortzuschreiten, und in die Fußtapfen eines Andern zu treten, als sich ohne Wegweiser auf ein pfadloses Feld zu begeben, wo zwar die Hauptsterne der Natur den aufmerksamen Na-

turforscher in etwas leiten können, wo aber die
 manchen noch nicht bekannten Irrwege auch
 ihn leicht auf eine unrechte Bahn zu bringen
 im Stande sind.

B e m e r k u n g e n

ü b e r d i e

Polarität im thierischen Körper.

B e m e r k u n g e n

u b e r d i e

Toleranz im christlichen Böhmen

Bemerkungen über die Polarität im thierischen Körper.

Wir haben in vorstehender Abhandlung die Wärme aus dem augenblicklich gehobenen, und wiederum wechselseitig hervorgebrachten Gleichgewichte der mannichfaltigen Gegensätze in dem organischen Körper zu deduciren gesucht. Wir wollen hier etwas weiter gehen, wir wollen jener Polarität genauer nachspüren, und die Gegenwart derselben betrachten, so wie sie mit der Organisation verbunden ist, dernächst so wie man sie schädlich für die Organisation antrifft, indem sie das ganze organische Wesen

in eine andere Existenz setzt, eine Existenz, deren Ziel es ist seine eigenen Bedingungen zu zerstören, mit andern Worten: die pathologische Polarität.

Der Nutzen einer solchen Untersuchung, vorausgesetzt dafs sie wirklich zum Ziele führt, ist unverkennbar; sie hat den nächsten und grössten Einflufs auf das Wohl der Menschheit, sie hat gleichsam den Zweck, den unerkannten und verborgenen Bedingungen der Gesundheit ihren verhüllenden Schleyer abzureifsen; und als eine solche ist sie dem Physiologen unentbehrlich. Aber indem sie uns gleichsam vertraut mit dem Innersten der Organisation macht, indem sie uns die Gesetze für die Gesundheit offen vor Augen darzulegen scheint, zeigt sie uns auch das Gegentheil, zeigt sie uns ebenfalls die Gesetze zur Hervorbringung des veränderten Zustandes (Krankheit) und als solche ist sie interessant für den Pathologen.

Wir machen daher den Anfang! —

In der vorigen Abhandlung habe ich darauf aufmerksam gemacht, dafs jene Gegensätze

der Natur sich auf die hervorstechendste Weise in den Lichtenbergschen Figuren zeigten. Diese, zur Zeit ihrer Erfindung, bloß als Spielwerk betrachtete Figuren sollen der Anfang seyn, wovon wir ausgehen, und dieser Anfang soll uns die Aussicht zu unserm Ziele eröffnen.

Wenn man zwey Punkte auf einem glatten Harzkuchen sich abzeichnet, und den einen mit dem Conductor einer Leidener Flasche, deren Electricität $+$ ist, den andern dagegen mit einer Flasche, deren Electricität $-$ ist, berührt, und darauf den Kuchen mit einem feinen Pulver bestreut, so wird dieß sich an den berührten Punkten in entgegengesetzten Figuren zeigen; an dem $+$ Punkte werden Strahlen sichtbar werden, die von einem Mittelpunkte ausgehen; am $-$ Punkte dagegen wird man concentrische Circel erblicken. Verändere ich den Versuch, so daß ich, statt mit den geladenen Flaschen einen Punkt zu berühren, eine Linie ziehe, so wird bey dem Conductor der $+$ Flasche eine Linie mit ästigen Figuren an der Seite,

bey der negativen Flasche dagegen werden lauter parallele Linien in einem mehr oder weniger beträchtlichen Abstände von einander entstehen.

Zwischen diesen beyden Figuren dem * des Positiven, und dem  des Negativen liegt alles Formelle in der Natur, und der Unterschied in den Formen besteht bloß darin, daß einer von jenen (wenn ich so sagen darf) Formpolen mehr oder weniger hervorstechend ist. Diese beyden Figuren sind die Fundamente der gesammten Mathematik der Natur.

Die positive Form zeigt sich besonders und überwiegend im Pflanzenreiche, die negative dagegen im Thierreiche; der negative Pol herrschend in diesem, der positive in jenem. Die Pflanze überhaupt entsteht aus einem mehr oder weniger durch Cirkel begrenzten Saamenkorn, durch den Impuls äusserer Kräfte drängt sie sich mehr positiv in der Wurzel, weniger im Stamm und im Stengel hervor. Hier zeigt sich der schönste, offenbarste Gegensatz in den Pflanzen, wo das Positive weniger in der Wurzel her-

vorsticht, wo diese sich z. B. der Form des Stammes nähert, wie bey *Daucus Carota*, *Apium petroselinum*, *Cochlearia Armoracia*, und mehrern Küchengewächsen, und wo das Positive gleich bey dem über der Erde befindlichen Theile der Pflanze hervorstechend ist; ferner zeigt sich dieß beynahe noch deutlicher in *Raphanus sativus*, *Brassica rapa* u. s. w. Betrachten wir nemlich alle eben genannten Pflanzen, was sehen wir so? Ich meine, daß das Negative in der Wurzel sichtbar ist, und daß dieß Negative sich offenbar als positiv in den feinen Wurzelfibrillen zeigt; daß aber das Gegentheil bey dem über der Erde befindlichen Theile der Pflanze statt findet, daß nemlich bey den eben genannten Pflanzen dieser Theil sich gleich positiv in den großen getrennten Blättern und darauf sich negativ in dem Stengel zeigt, der zwischen jenen Blättern aufschiefst. Dieß Gesetz ist allgemein fürs ganze Pflanzenreich, und man kann annehmen, daß jede Pflanze, die sich durch einen gleich von der Wurzel an frey anfangen-

den Stengel, oder Stamm auszeichnet, gemeiniglich eine vom ersten Anfange an ästige Wurzel hat, und umgekehrt, dafs, wenn eine Pflanze mit stark getrennten Blättern, oder laubichten Zweigen anfängt, dafs, sage ich, die Wurzel sich dann entweder der knollichten, oder der cylindrischen Form nähert. Zur Bekräftigung dieses Satzes will ich ein Paar Beyspiele anführen. Alle Zwiebelpflanzen haben eine Wurzel, die beym Ueberschneiden offenbar concentrische Zirkel zeigt, und also sowohl auswendig, als inwendig die negative Form an den Tag legt; und wie ist die Form der Pflanze über der Erde? ist sie nicht offenbar positiv? Breite, flachgedrückte Blätter, die unmittelbar aus der Wurzel selbst entspringen; zwischen diesen Blättern kommt dann der Stengel anfangs offenbar meist negativ hervor; und dieser hat wieder einen Gegensatz in dem untersten Theile der Wurzel, nemlich in den häufig hervorkommenden Wurzelfibrillen. Aber ich habe gesagt, dafs der positive Pol in den Pflanzen hervorstechend

ist, und es liegt mir ob, die Gründe anzugeben, warum ich von der Form darauf geschlossen habe. Die Zwiebelpflanzen mögen hier wieder zum Beyspiele dienen. Hier haben wir folgende Gegensätze gesehen: Die Zwiebel war unter der Erde $\div$, die Blätter $+$ über der Erde, darauf die Wurzelfibrillen unter der Erde $+$, der Stengel über der Erde $\div$. Aber oben auf dem Stengel zeigt sich ein wichtiges $+$ in der Blume; diese hat gar keinen Gegensatz in der Wurzel, und ist gleichsam der Pol, wodurch die Pflanze so zu sagen mit dem ganzen Universum zusammenhängt. Daher öffnet sich die Blume der Sonne, daher biegt sie sich gegen Abend und vorm Regen, wenn der Einfluss jenes hohen Gestirns auf sie geschwächt wird, daher blüht nur die Pflanze reizend und schön in dem belebenden Lichte.

Dieß war die Form, welche uns jene Resultate gab. Laßt uns einmal sehen, ob wir auf eine andere Art beweisen können, daß der positive Pol der hervorstechende bey der Pflanze ist. Um aber zu diesem Ziele

zu gelangen, müssen wir zuvörderst uns auf einen scheinbaren Abweg begeben. Es ist eine bekannte Wahrheit, daß wenn zwey verschiedene Metallstücke sich wechselseitig berühren, das eine am meisten oxydable Stück alsdann $+$, das andere dagegen $-$ Electricität zeigt; (so z. E. ist in solchem Falle Zink $+$, Kupfer $-$); ferner ist es ausgemacht, daß diese beyden Metalle, in Berührung mit Wasser gesetzt, letzteres decomponiren, so daß Sauerstoff sich dem Zink, Wasserstoff dagegen dem Kupfer zuwendet, und daß das mit Oxyd überzogene Zinkstück endlich der ganzen Operation ein Ende macht. Dasselbe findet bey der Pflanze statt. Wird diese ausserhalb des Impulses von aussen her gesetzt, z. E. an einen dunkeln Ort, so wird sie oxydirt, und ihr Azot, und Wasserstoff frey werden. Dieß geschieht unaufhörlich solange, bis aller Gegensatz aufhört, und die Pflanze, um in der Sprache der Chemie zu reden, vollkommen oxydirt ist. Diese Operation heben die Sonnenstrahlen auf, indem sie den Sauerstoff

stets frey machen, und so immer von neuem das Gleichgewicht zwischen $+$ und $-$ zerstören. Aber ich habe gesagt, daß der positive Pol bey den Pflanzen am meisten hervorstechte, und daß sie selbst einen freyen $+$ Pol hätten, der keinen Gegensatz in der Wurzel vorfände; der aber, wie ich hier gleichsam in Parenthesi hinzufügen will, seinen Gegensatz in der Erde findet. Hier also müssen wir die Ursache zum Phänomen des Desoxydationsprocesses der Pflanzen suchen, da der $+$ Pol der Pflanzen nicht frey werden kann, ohne daß der Sauerstoff entfernt werden muß. Daher die ewige Decomposition des Wassers, indem die Pflanzen durch ihr überwiegendes $+$ sich mit dem Repräsentanten der $-$ E. d. h. mit dem Sauerstoff zu sättigen suchen; daher am Tage jenes mittelst des freygewordenen Sauerstoffes vom Impuls der Sonne gehobene Gleichgewicht.

Man kann aus diesem Satze mehrere höchst nothwendige Schlüsse ziehen. So z. B. hebt er allein den Streit, ob die Pflanzen Nerven haben, oder nicht. Nerve, ei-

ner der $\frac{-}{+}$ Gegensätze bey Thieren, ist eigentlich der überwiegende bey ihnen, so wie in der Pflanze der $\frac{+}{-}$ Pol der überwiegende ist. Da diese nun der Sitz der Incitabilität sind, und die Incitabilität, in so fern sie sich zu erkennen geben soll, eines Impulses von außen her bedarf, so sehen wir hier den eigentlichen Unterschied zwischen Thier und Pflanze: dort nemlich in den Nerven vorstechendes $\frac{-}{+}$, mithin ausgezeichnete Sensibilität, hier hervorstechendes $\frac{+}{-}$, und dadurch der höchste Grad von Irritabilität, die sich bey mehreren Pflanzen durch Bewegung zu erkennen giebt, wie z. E. bey *Balsamina impatiens*, *Mimosa pudica* etc.

Doch um nicht zu weit von meinem Ziele abzukommen, will ich hier die Pflanze verlassen, und zum Thiere übergehen, das eigentlich der Gegenstand unsrer jetzigen Untersuchung seyn soll.

Es leidet wohl keinen Zweifel, dafs es für die Physiologie, und für die gesammte Medicin von dem höchsten Nutzen seyn würde, die Polaritäten oder Gegensätze im

thierischen Körper zu erforschen; für die Physiologie, weil die Erklärung der Functionen ein helleres Licht erhalten würde; für die Medicin, weil Pathologie, und Arzneymittellehre alsdann von einem ganz neuen Gesichtspuncte betrachtet werden würden, einem Gesichtspuncte, der die schönste Auflösung mancher bisher unerforschlichen Probleme darreichen würde.

Man sehe z. B. zurück zu meiner Entdeckung der Gegensätze in der Muskularhaut der Arterien, und man wird hoffentlich bemerken, daß jetzt der letzte Schleyer zerissen ist, welcher den Veränderungsproceß des Blutes noch bedeckte. Denn man bedenke nur, was erfolgt, wenn das Blut zwischen die beyden Gegensätze kommt; dann nemlich werden letztere sich heben, aber nur auf Kosten des dazwischen liegenden Blutes, welches dadurch verändert wird, bis es, durch die Absetzung seines $+$ und $-$ in verschiedener Quantität zuletzt mehr oder weniger die Eigenschaft verliert jene Gegensätze zernichten zu können. Daher muß es

durchaus, wenn es ferner dazu dienen soll das dritte Glied in der geschlossenen Kette zu constituiren, durch einen Impuls von aussen her verändert werden. Diese Veränderung nun geschieht auf der einen Seite in den Lungen, auf der andern Seite im Magen. Denkt man sich nun hiezu, dafs derselbe Proceß ohne allen Zweifel in dem übrigen System der Gefäße, in den Glandeln u. s. w. statt findet; so haben wir hier die ersten Schöfslinge, woraus durch Cultur und Pflege eine neue und schöne Secretionslehre dereinst hervorspriessen kann.

Aber doch wird die Physiologie nicht mehr gewinnen, als die Pathologie, und die darauf gegründete Therapie; denn besteht der organische Körper aus einem System von Gegensätzen, so muß dieß System anders im gesunden als im kranken Zustande beschaffen seyn.

Gesundheit (Sanitas) wird also der Zustand des Körpers seyn, worin die Gegensätze weder mehr noch weniger gehoben werden,

oder, mit andern Worten, das Gleichgewicht nicht mehr, noch weniger hervorgebracht wird, als dafs nicht der Streit durch den gewohnten Impuls äufserer Kräfte stets aufs neue könnte hervorgebracht werden; denn, um meine Meinung frey zu äufsern, so strebt, gleichwie in der ganzen Natur, so auch in der Organisation Alles nach dem Gleichgewichte; aber eine negative Kraft führt alle Phänomene beständig in einen Cirkel zurück, und ohne dieses würde alles Leben sich mit einem allgemeinen Tode endigen.

Krankheit dagegen muß der Zustand seyn, worin die Gegensätze entweder zu different (sthenia) sind, oder worin ihre Differenz zu klein (asthenia), oder auch wo ein fremder Pol zugegen ist, wie in localen Inflammationen. Unter diese beyden kann man alle pathologischen Zustände des Körpers rechnen; es müßte denn seyn, dafs die am meisten idioelectrischen Theile des Körpers, wie z. B. die Häute, die Nervenscheiden, die Oberhaut u. s. w. dadurch, dafs sie eine mehr leitende Eigenschaft annähmen, als

mit dem vollkommensten Zustande der Organisation übereinstimmt, zu noch einer Classe von Krankheiten Gelegenheit geben sollten. Bey dieser Gelegenheit fallen mir ein Paar Phänomene bey, die aufs schönste mit einer von *Contomle* gemachten Beobachtung übereinstimmen. Er hat nemlich durch ein Experiment bewiesen, daß ein Körper, wenn er electricisirt worden ist, die größte Electricität an der Stelle besitzt, wo sein kleinster Durchschnitt ist; z. B. wenn eine große Kugel verbunden mit einem Cylinder von geringem Diameter in Electricitätszustand gesetzt wird, so ist die Electricität ungleich größer im Cylinder als in der Kugel. Aber wo die stärkste E. ist, muß auch die stärkste Wirkung sich äußern, wenn diese E. die entgegengesetzte E. antrifft. Daher erhält man bessere Funken aus einer Kugel als aus einer Fläche; daher wirken Spitzen auf die bekannte Weise; daher endlich geht die Gasentwicklung durch die galvanische Säule am besten vor sich, wenn die Nadeln sehr spitz sind. Diefs angewandt auf den

organischen Körper, führt uns auf folgende Erklärungsarten:

1) Der Mensch muß das vollkommenste Thier seyn, weil er zugleich mit dem größten Gehirne die dünnsten Nerven besitzt; und umgekehrt das Thier, das mit dem kleinsten Gehirne die dicksten Nerven besitzt, muß das unvollkommenste in seiner Art seyn; z. E. mehrere Amphibien.

2) Das höchste Gefühl (Fähigkeit äußerliche positive Eindrücke anzunehmen) muß da statt haben, wo man die feinsten Nervenfasern findet z. E. in allen Sinnen, wie in den Fingerspitzen etc.

3) Kann man davon auf die auffallendste Weise die Erscheinungen, welche sich bey Nervenwunden zeigen, ableiten; denn so lange Nerven nur einem Theile nach durchschnitten sind, ist es nothwendig, daß ihre Electricität in demjenigen Theile vermehrt werden muß (zufolge des oben angeführten Gesetzes), welcher nicht von dem schneidenden Instrumente getroffen wurde; da aber das Gefühl und die davon abhängenden Er-

scheinungen sich nach der Verminderung des Durchmessers der Nerven richtet, so läßt sich auch hieraus erklären, warum der zum Theil durchschnittene Nerve, bey seinen fort dauernden Entladungen, welche durch die vermehrte electricische Tension veranlaßt werden, und zwar auf einer Stelle, wo solche Entladungen gegen die Norm der Gesundheit sind, die bekannten heftigen Zufälle erregen muß, welche nach demselben Gesetze aufhören müssen, sobald der Nerve gänzlich durchschnitten wird; ein Satz welcher aufs vollkommenste durch die Erfahrung bestätigt wird. Auf eben dieselbe Weise werden uns, wie gesagt, die Phänomene der Sinnen begreiflich.

Die Sinnen können als die Blumen der Animalisation angesehen werden, sie zeigen das Entgegengesetzte von den Blumen der Pflanzen; bey diesen steigt das in den Pflanzen Hervorstechende, nemlich die Irritabilität auf ihre höchste Spitze, bey jenen das Ueberwiegende des Thiers, nemlich die Sensibilität.

Es wäre interessant die Frage zu unter-

suchen, worinne eigentlich die Verschiedenheit der Sinnen liege, und dieses soll der Stoff zu einer künftigen Abhandlung seyn, wovon wir hier nur einige wenige Linien angeben wollen.

Es ist ganz einleuchtend, dafs in zwey Gegensätzen, welche gegenseitig durch sich existiren; eine Veränderung in der Tension vorgehen mufs, bei allem was eine ihrer qualitativen Beschaffenheiten verändert, dadurch können wir den sinnlichen Eindruck vom mechanischen Stofse, Druck etc. uns erklären; ferner von Wärme, von Kälte, eben so wie chemische Körper wirken, entweder durch ihre positive oder negative Beschaffenheit, wie Licht das Sehen hervorbringt etc.

Man könnte die Sinnen eintheilen in die, welche durch mechanischen Impuls in Action gesetzt werden, und in solche, die durch chemischen in Wirksamkeit gesetzt werden.

Zu denen von der ersten Art gehört offenbar Tactus *) und es ist merkwürdig, dafs

*) Unter Tactus verstehe ich nicht blofs das in den Fingerspitzen concentrirte, sondern das in

dieser nur in Thätigkeit gesetzt wird, durch einen zwischenliegenden Körper von mehr idioelectrischer Beschaffenheit, welcher gleichsam allen chemischen Impuls verbietet, und gewiß ist es, daß aller Tactus aufhört sobald die Epidermis ganz hinweg ist, denn in diesem Falle wird der mechanische Impuls von dem chemischen unterdrückt. Ich wage noch nicht zu bestimmen, zu welcher Gattung das Gehör hingerechnet werden muß; der Schall ist eine Erscheinung, deren Erklärung noch äußerst unvollkommen behandelt ist, und ich sehe eine ganz andere Verbindung desselben, mit den übrigen Natur-Erscheinungen voraus, als man meines Wissens bisher ahndete. So weit ich vermuthen kann, so liegt das Gehör, wenn ich mich so ausdrücken darf, zwischen den mechanischen und chemischen Sinnen in der Mitte. Zu denen letzterer Art gehören offenbar Geruch, Geschmack und Gesicht. Die Action der zwey letztern hängt so offenbar davon ab,

geringerem Grade über des ganzen Körpers Oberfläche verbreitete Gefühl.

dafs ich nur darauf hinweisen will; was den Sinn des Sehens betrifft, so werden wir uns diesen interessanten Sinn auf eine ähnliche Weise erklären können. Wir wissen nemlich, dafs das Licht eine beständige Desoxydation hervorbringt, wenn wir uns nun vorstellen, dafs in den Organen, welche zum Sehen dienen, ein Gleichgewicht statt findet, im Augenblicke wo es nicht vom äufsern Impulse gestört wird, so scheint das ganze schöne Phänomen sich wie vor uns aufzuschliessen; denn wenn das Licht eindringt, so geht daselbst eine Desoxydation vor, das vorige Gleichgewicht, welches auf einem gewissen Grade von Oxydation beruhete, wird aufgehoben, und da jede Lebensäusserung auf der gröfsern oder geringern Tension beruht, so beruht auch die Wirkung des Gesichtssinnes auf der gröfsern oder geringern Desoxydation oder auf der gröfsern oder mindern Intensität des einfallenden Lichtes.

Wir legen die Feder nieder, nachdem wir einige wenige Linien angegeben haben,

zu einer höchst interessanten Seite, von welcher sich die Physiologie betrachten läßt, und sind versichert, daß diese Art uns zu einem schönen Ziele führen wird, welches uns für den langen beschwerlichen Weg belohnen wird.

Dieser Zweck soll der Gegenstand für einige künftige Abhandlungen seyn.

Buntzen, Thomas,

Beytrag zu einer künftigen Physiologie

Kopenhagen u.a. 1805

Anat. 102

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10367980-3